Világítástechnikai alapfogalmak

Nádas József
Óbudai Egyetem
Kandó Villamosmérnöki Kar
Mikroelektronikai és Technológia Intézet
1084 Budapest, Tavaszmező u. 15. B. ép. 014.
nadas.jozsef@kvk.uni-obuda.hu
Tel.: +36 1 666 5073
Mobil: **+36 20 999 3355**

FĒNYMĒRĒS BT.
(**fenymeres@fenymeres.hu**)

”Ha a szavak használata nem helyes, a fogalmak értelmezése zavaros, nem lehet szabatosan cselekedni.”

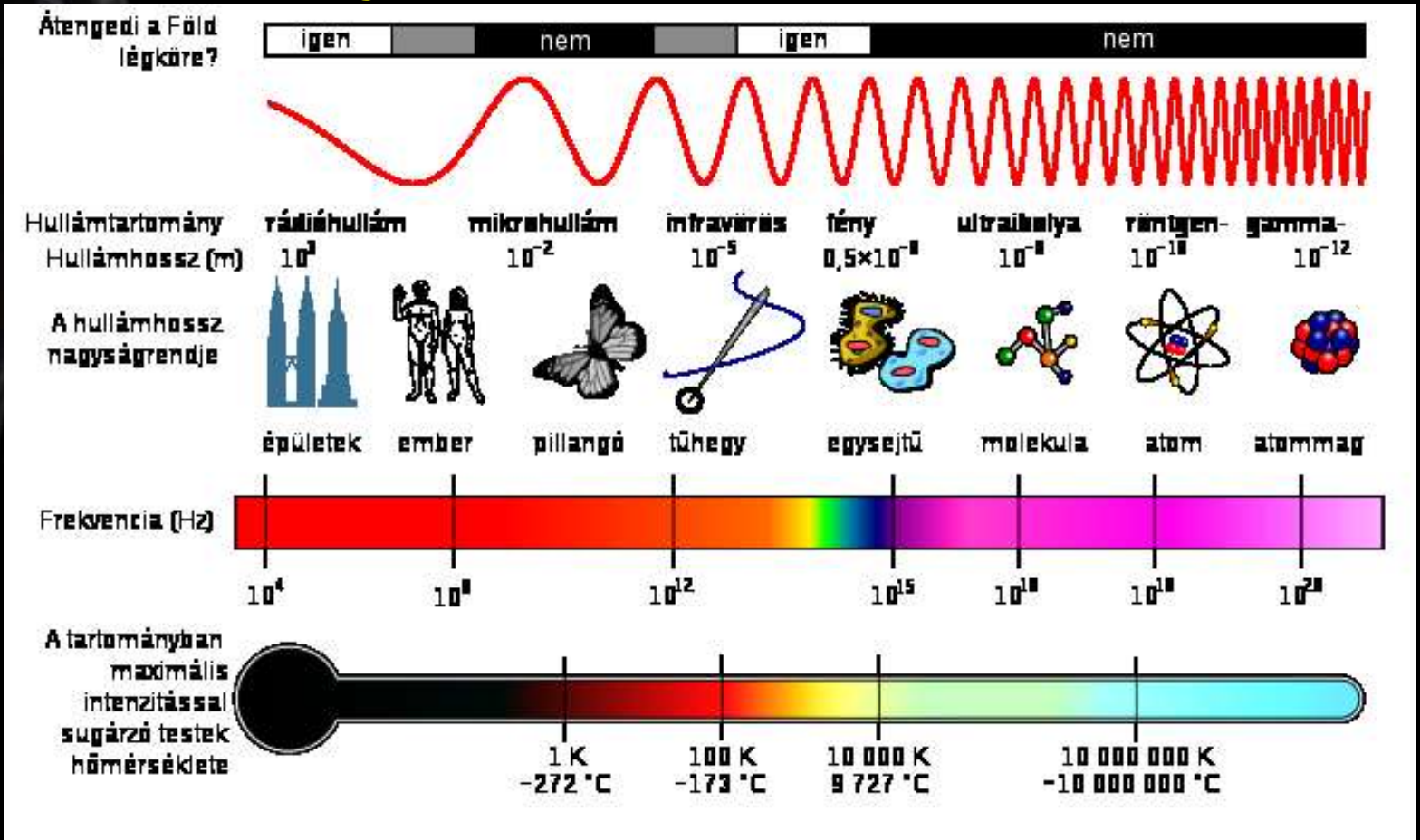
(Konfucius)

Világítástechnika

- Világítástechnika
  - A világítás elvi alapjaival és műszaki gyakorlatával foglalkozó tudományág. Az optikai sugárzás keltésével és alkalmazásával foglalkozó általánosabb tudományág megjelölésére a *fénytechnika* megnevezés használatos.

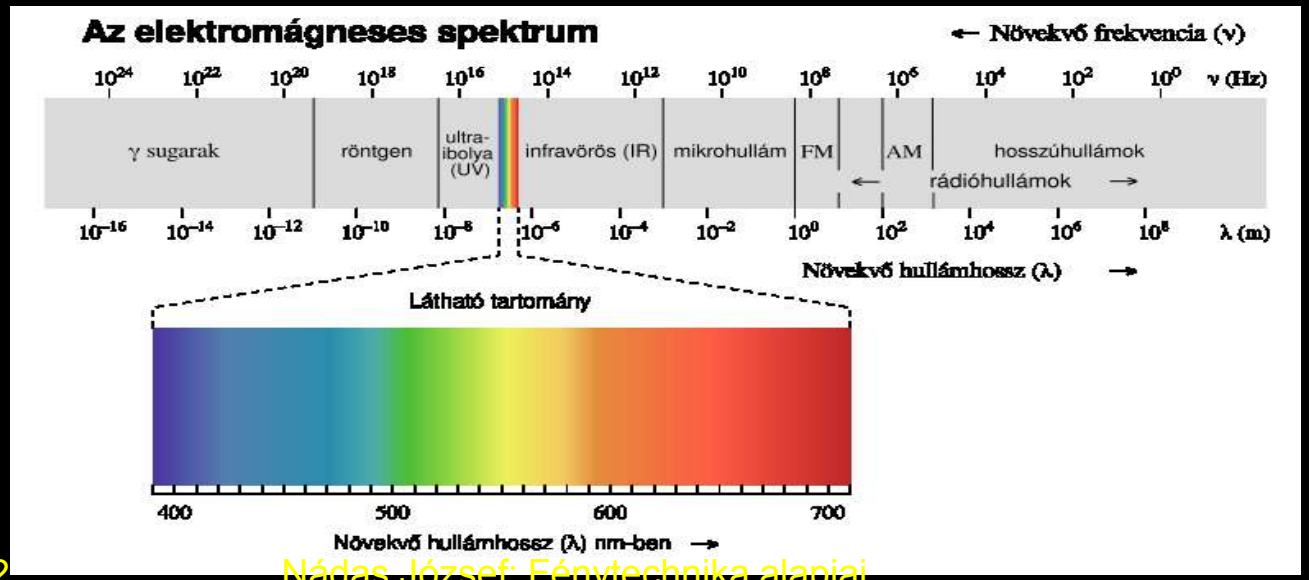
Az elektromágneses sugárzás

- Az elektromágneses sugárzás egymásra merőlegesen haladó oszcilláló elektromos és mágneses tér



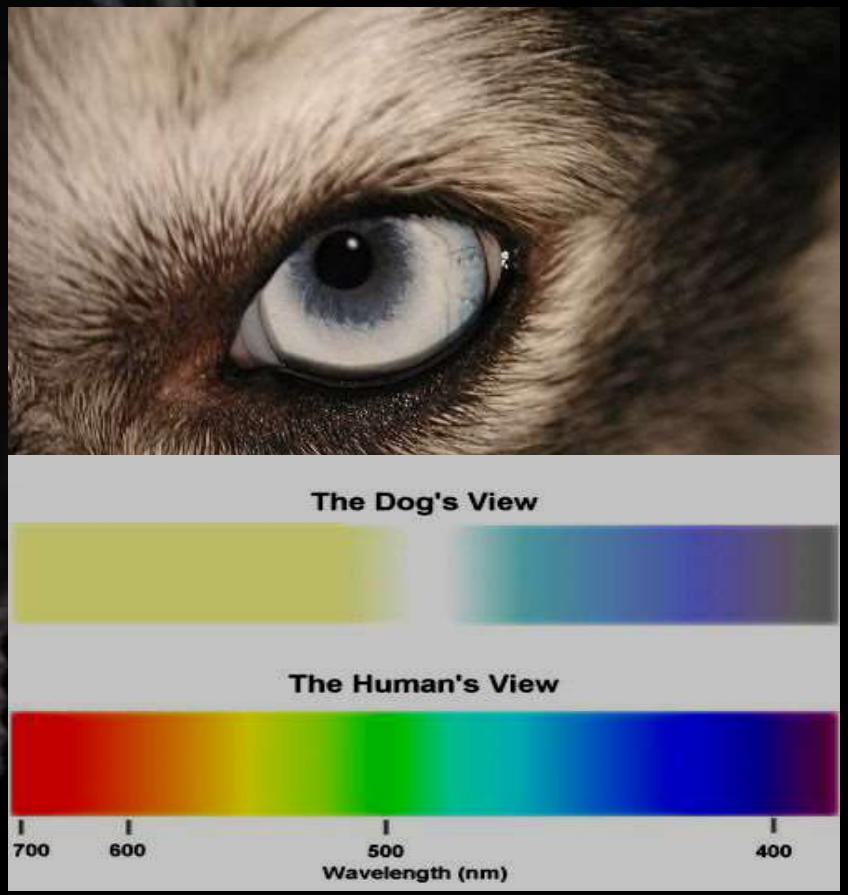
A fény

- A FÉNY emberi szemmel érzékelhető elektromágneses sugárzás
  - **hullámhossz (frekvencia) ~ szín**
  - **amplitúdó (nagyság) ~erősség**
  - polarizáció (rezgéssík) [nem látjuk]
- Kettős természet: hullám és részecske
- FÉNY: A fény az elektromágneses sugárzás szemünk által érzékelhető hányada. Az un. látható tartomány 380 nm-től 780 nm-ig terjed, ezen belül a szemünk a hullámhossztól függően képes a sugárzást fényérzetté alakítani



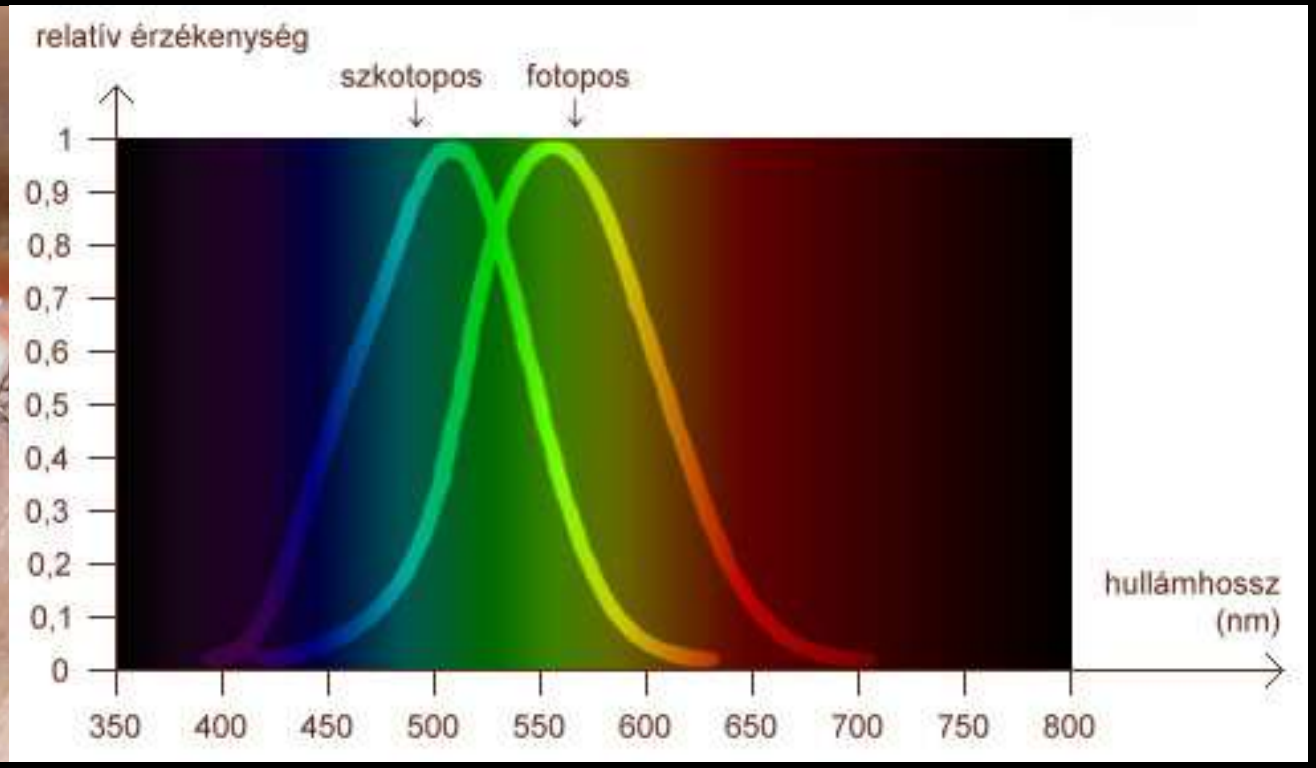
Ki mit lát?

- Emlősök



Ki mit lát?

- Szem érzékenysége: láthatósági függvény
  - FOTOPOS látás v(λ) max: 555nm
  - SZKOTOPOS látás v'(λ) max: 507nm

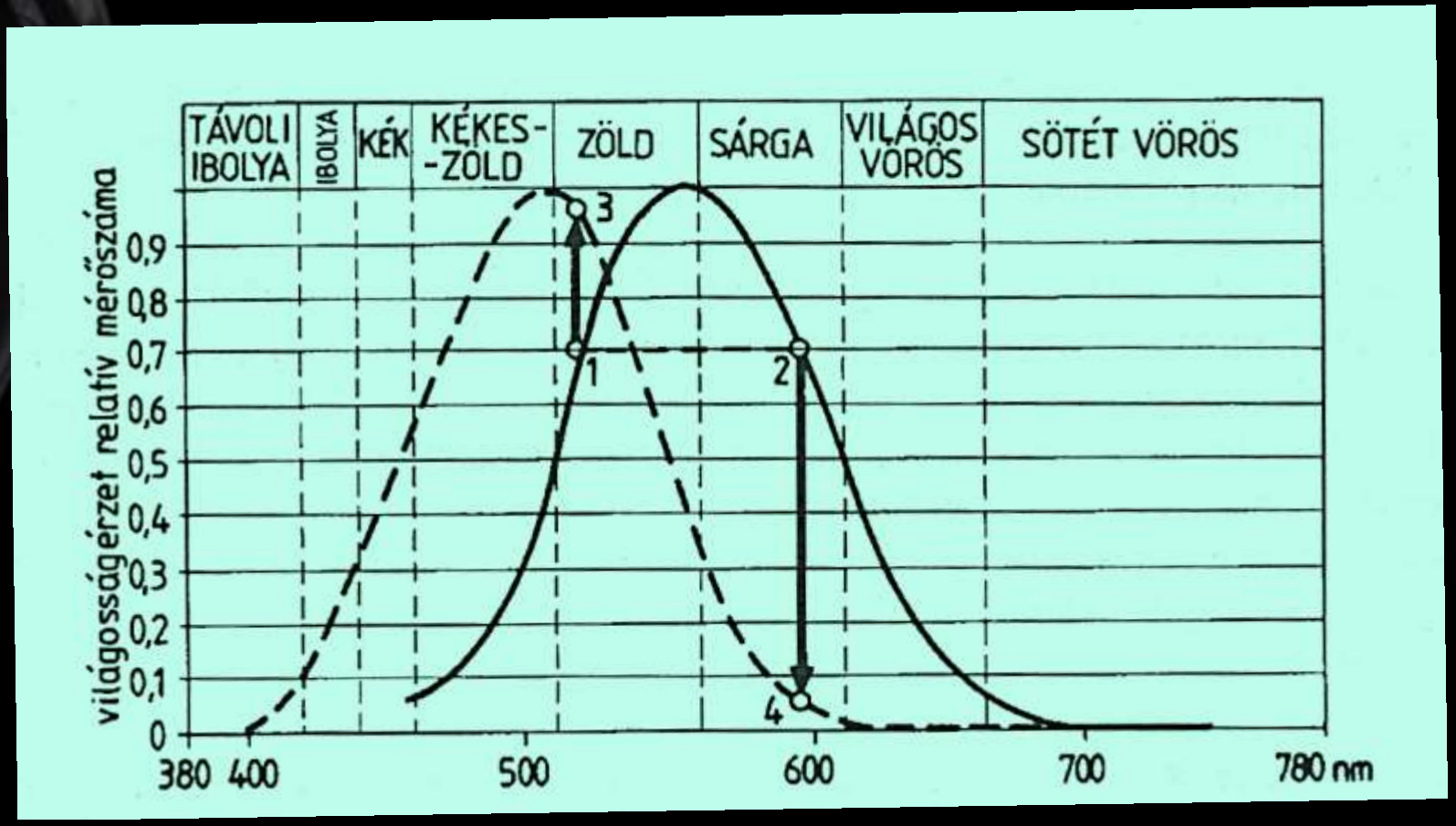


Ki mit lát?

- FOTOPOS látás
  - A néhány cd/m2-nél nagyobb fénysűrűségre adaptált normális szem látása. Ilyenkor elsősorban a csapok működnek. Ilyenkor színlátás jó.
- SZKOTOPOS látás
  - A század cd/m2 nagyságrendnél kisebb fénysűrűségre adaptált normális szem látása. Ilyenkor elsősorban a pálcikák működnek. Szkotopos látás esetén színlátás gyakorlatilag nincs.
- MEZOPOS látás
  - A fotopos és szkotopos látás tartományai közötti látás. A mezopos látásban a csapok és pálcikákegyaránt működnek.
  - Mezopos látás esetén színek még megkülönböztethetők, de már nem érik el a fotopos látásszínvilágát. A mezopos látás során a hosszabb hullámhossz tartományba tartozó meleg színek, pl. avörös tűnnek el először. A rövidebb hullámhosszúságú színek, pl. kék a mezopos – szkotopos látáshatáráig még felismerhetők. (Purkinje jelenség)

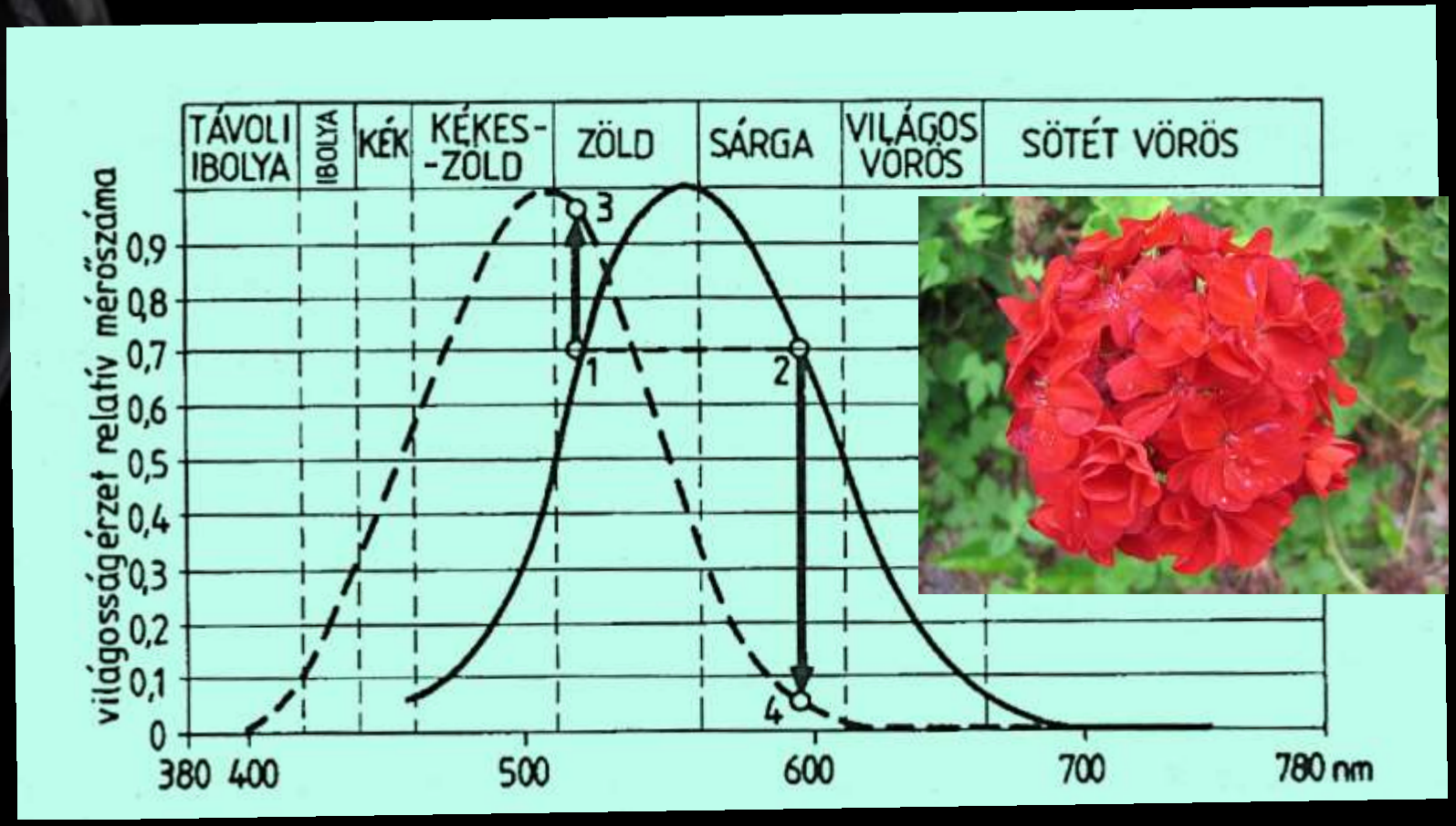
Világos / sötét környezet

- Purkinje hatás



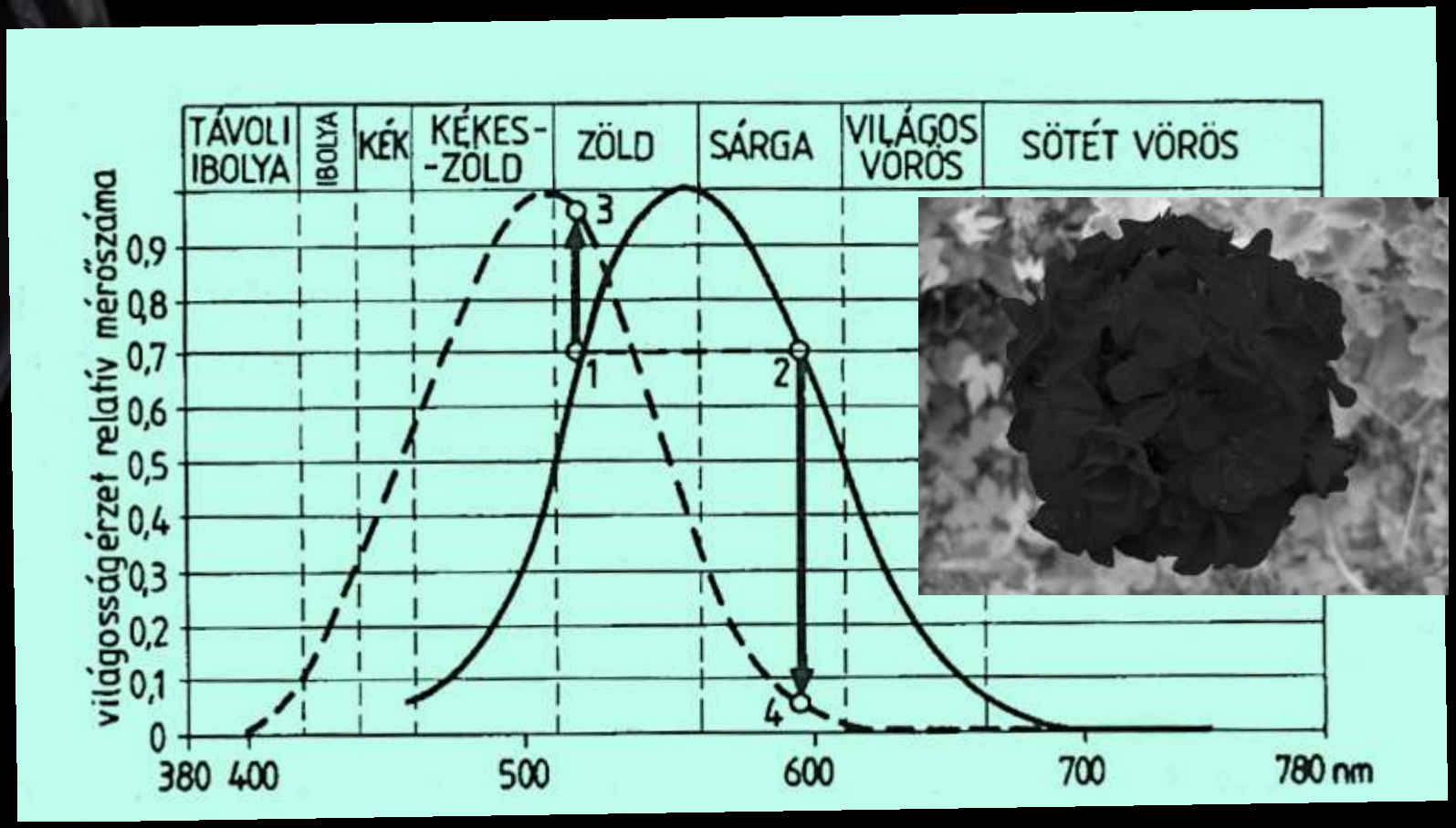
Világos / sötét környezet

- Purkinje hatás



Világos / sötét környezet

- Purkinje hatás



Világos / sötét környezet

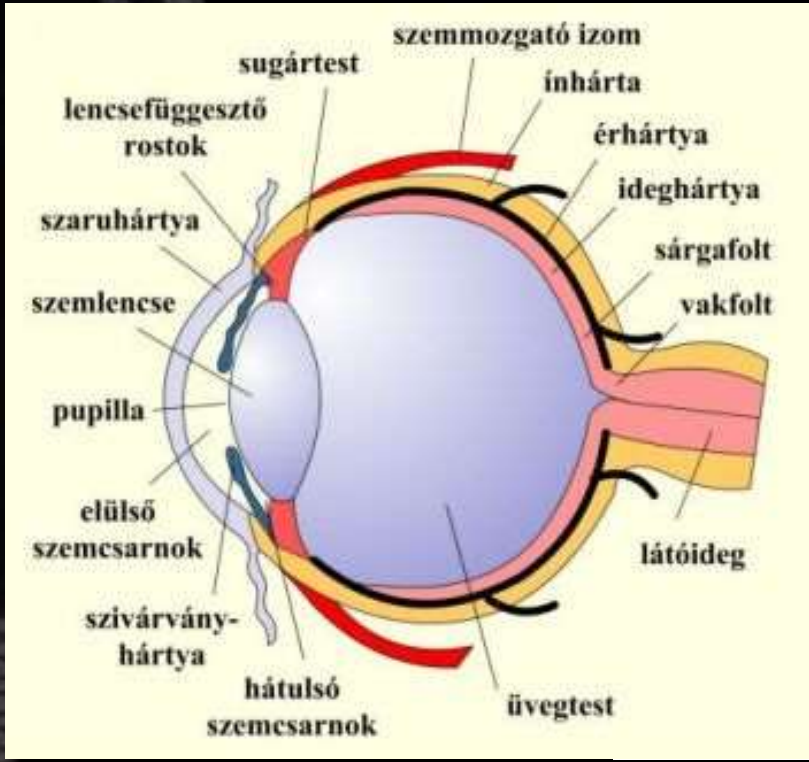
- Purkinje hatás

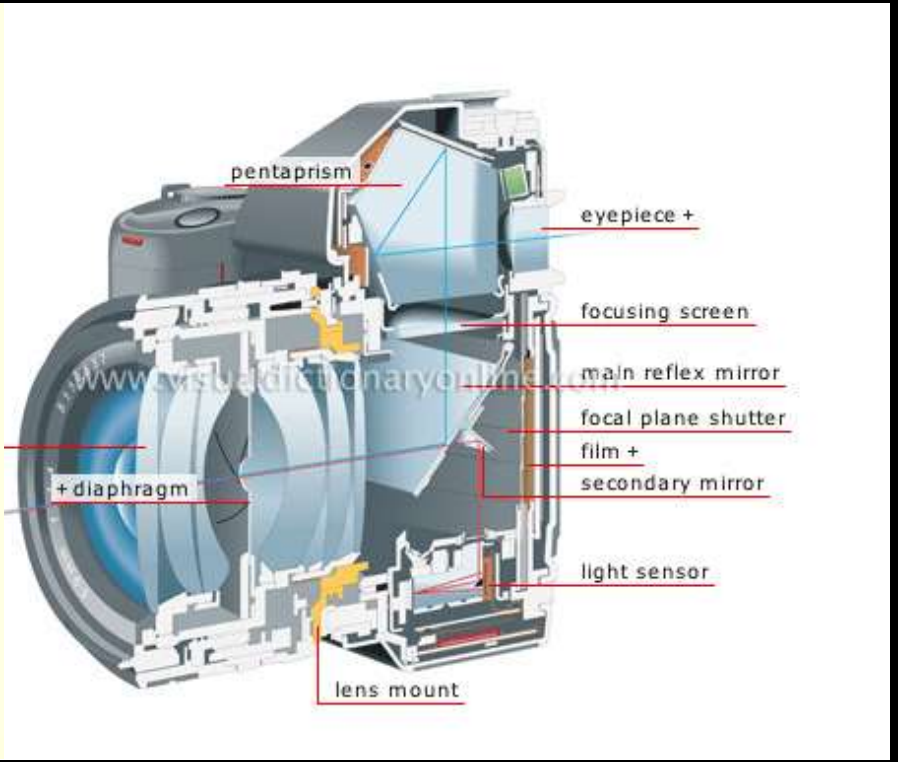
Világos / sötét környezet

- Purkinje hatás

Látásfiziológia

- SZEM főbb részei



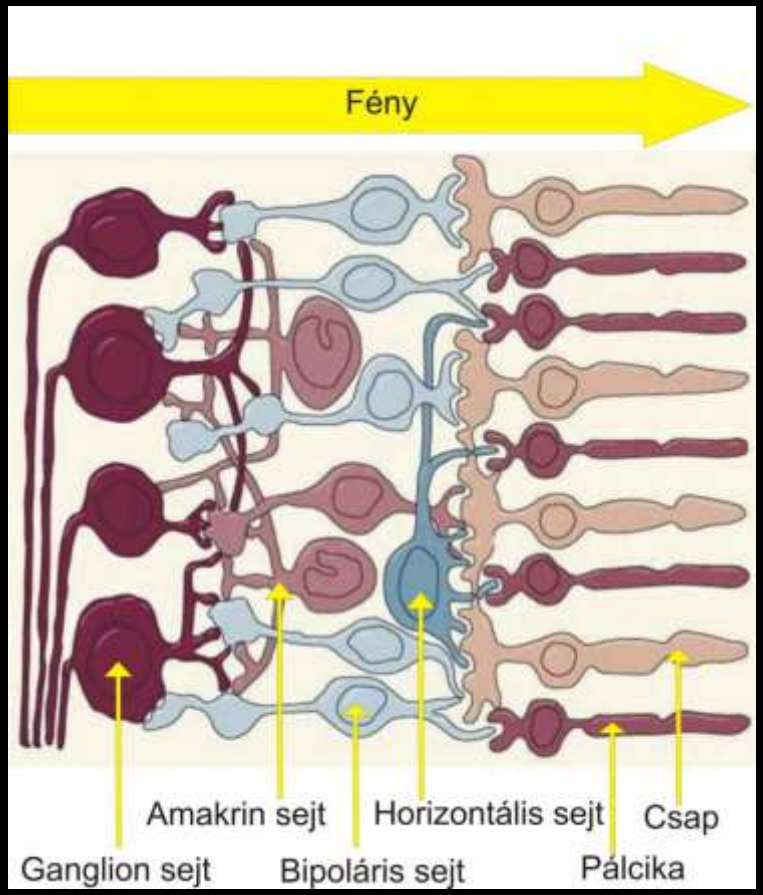


Receptorok

A retina réteges szerkezetű:

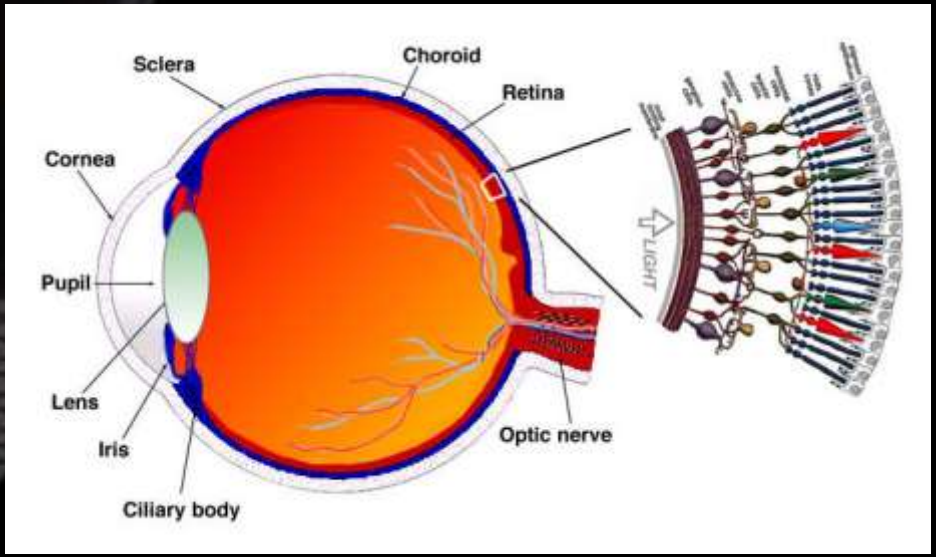
1. **1. réteg:** fénytől elfordult fényérzékelő sejtek.
2. **2. réteg:** bipoláris és a horizontális valamint az amakrinsejtek.
3. **3. réteg:** ganglionsejtek.
4. **Receptív mező:** Az egy ganglionsejthezkapcsolódó receptorsejtekcsoportját a ganglionsejtreceptív mezejének nevezzük.

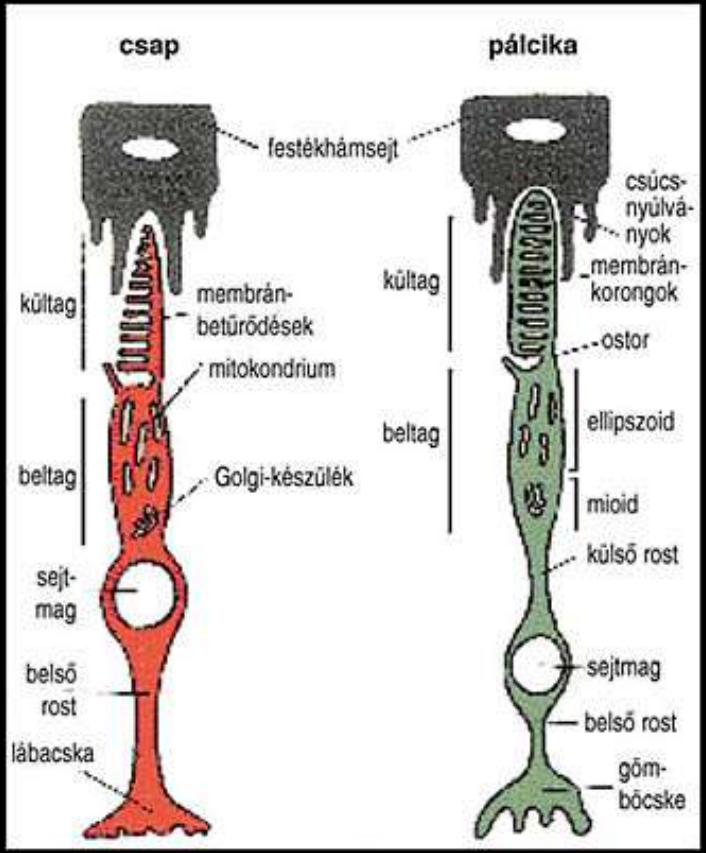
   Hatalmas konvergencia –128 Millió sejt 1 Millió ganglionsejtnekadja át az információt



Látásfiziológia

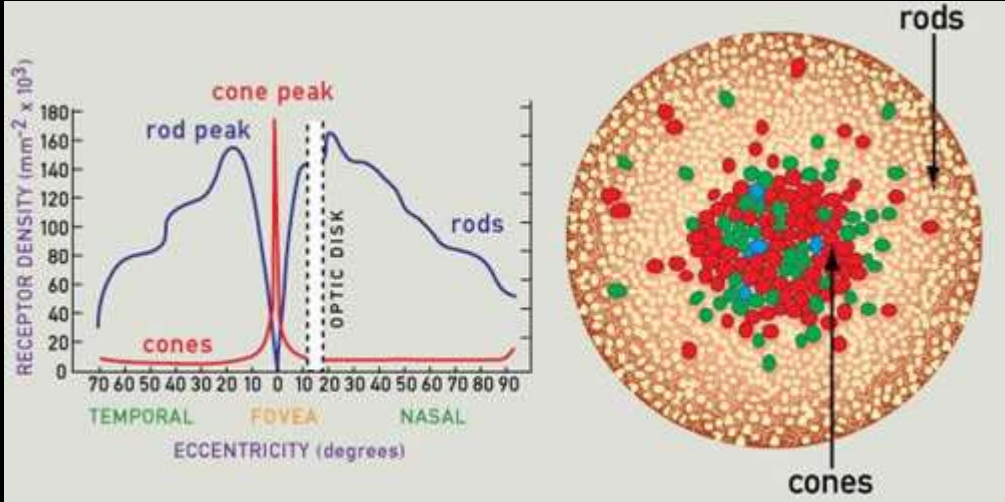
- Retina
  - CSAPOK – színeslátás
  - PÁLCIKÁK – sötétben látás



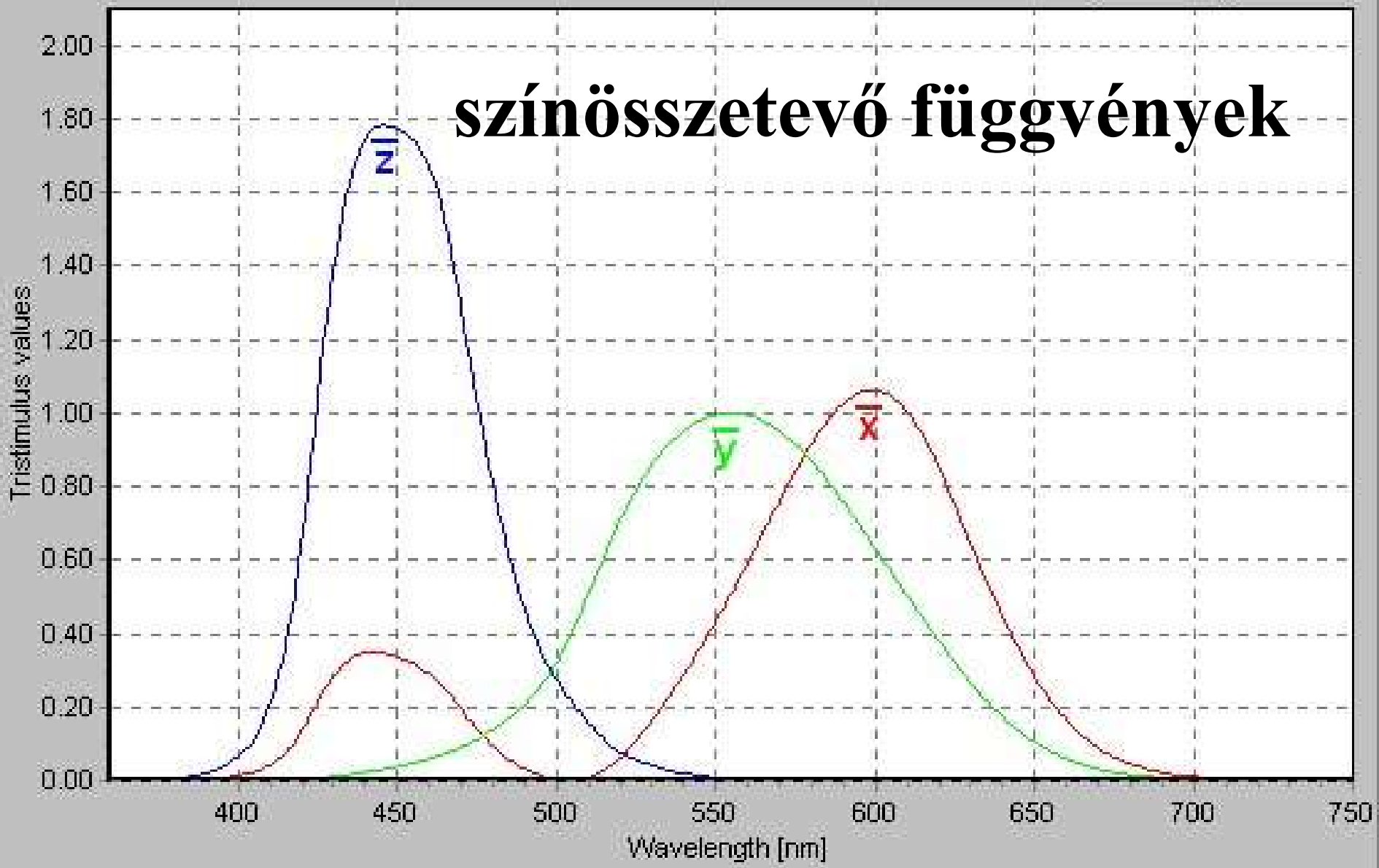


Látásfiziológia

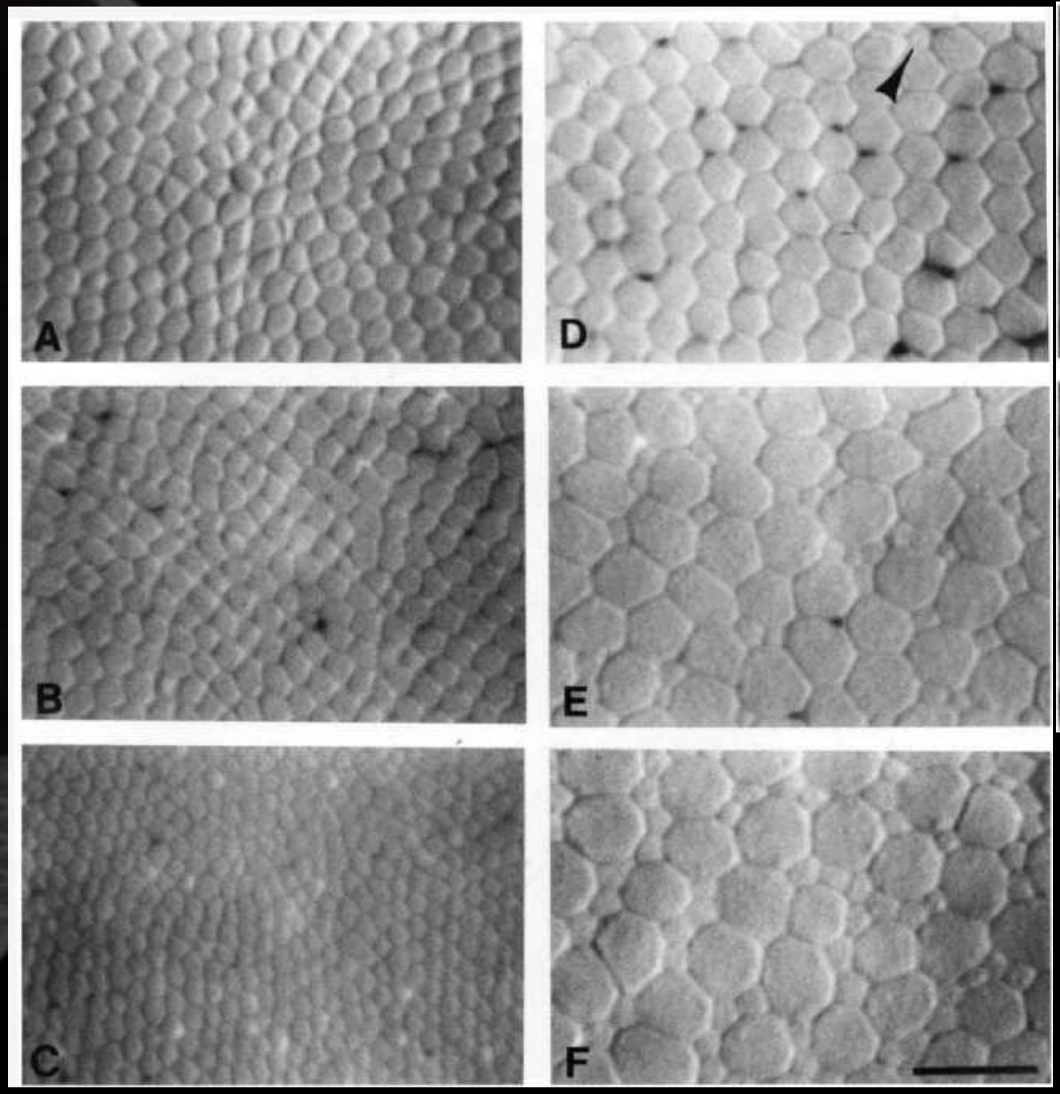
- Retina
  - csapok ~8 millió – elsősorban a foveán
    - R csap – rövidhullám-érzékeny (420 nm, ibolya szín) ~1 millió szórványosan, fovea szélén több
    - K csap – középhullám-érzékeny (530 nm, zöld szín) ~4.5 millió
    - H csap – hosszúhullám-érzékeny (560 nm, sárga szín) ~2.5 millió K és H főleg a fovea középső részén
  - pálcikák ~120 millió – perifériális és szkotopos látás

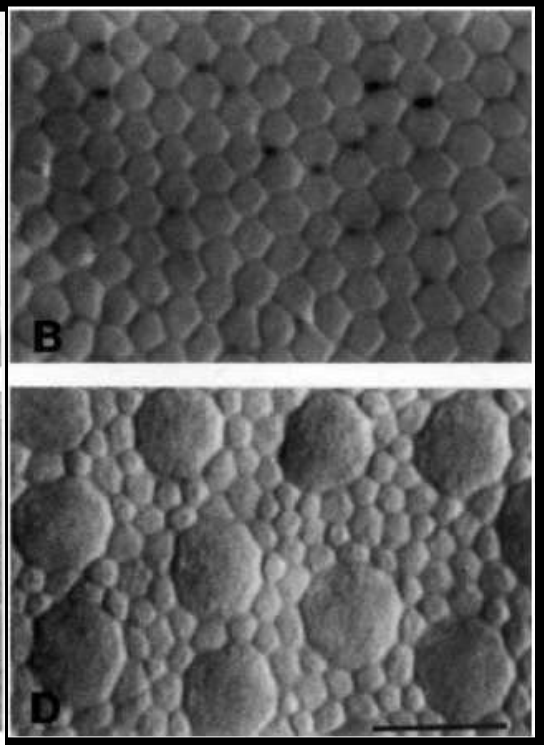


színösszetevő függvények



Látásfiziológia





Csapok és pálcikák eloszlása A retina különböző pontjain. A fekete jel hossza: 10um

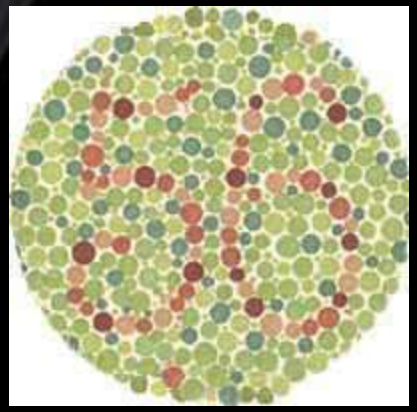
K.R. SloanCurcio, C.A., R.E. Kalina, and A.E. Hendrickson. Human photoreceptortopography. *Journal of ComparativeNeurology, 292:497–523, 1990.*

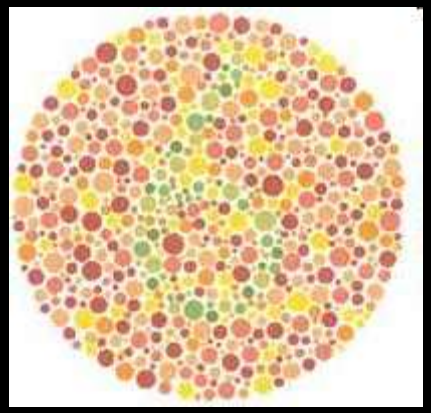
Látásfiziológia

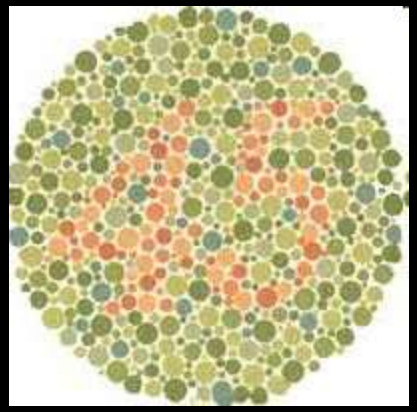
- SZÍN (–Világítástechnikai)
  - Normális látású (nem színtévesztő) emberekben a látható sugárzás a fényérzettel együtt és attól elválaszthatatlanul színérzetet is létrehoz. Ezt három jellemzővel lehet leírni:
    - 1. a **színezet** a szín jellegére utal (pl. kék, zöld, vörös);
    - 2. a **színdússág** a szín erősségére utal;
    - 3. a **világosság** a szemünkbe jutó fény mennyiségére utal.
  - Ezért a szín kifejezést általában nem lehet önmagában használni.
  - A színérzetet a szemünkbe jutó sugárzáson (síninger) kívül az észlelés körülményei és agyi folyamatok is befolyásolják.

Látásfiziológia

- Színtévesztés
  - egyik szín érzékelése hiányzik vagy nem teljes
  - magyar férfiak 8%, nők 0.2%
  - Ishihara teszt (pöttyös tábla)
  - korongválogatás

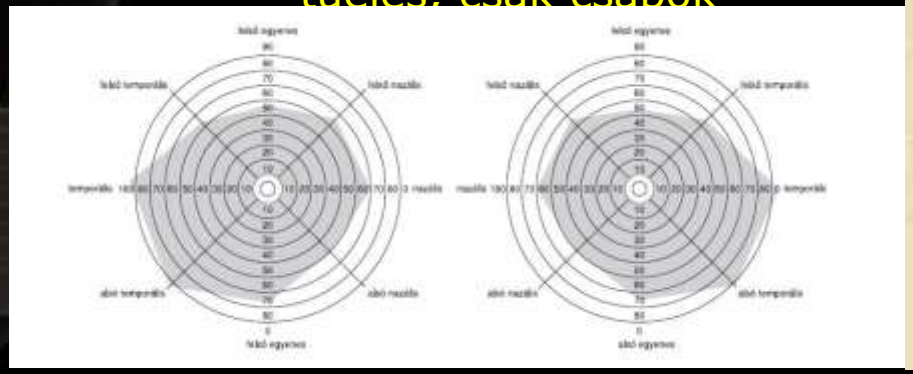


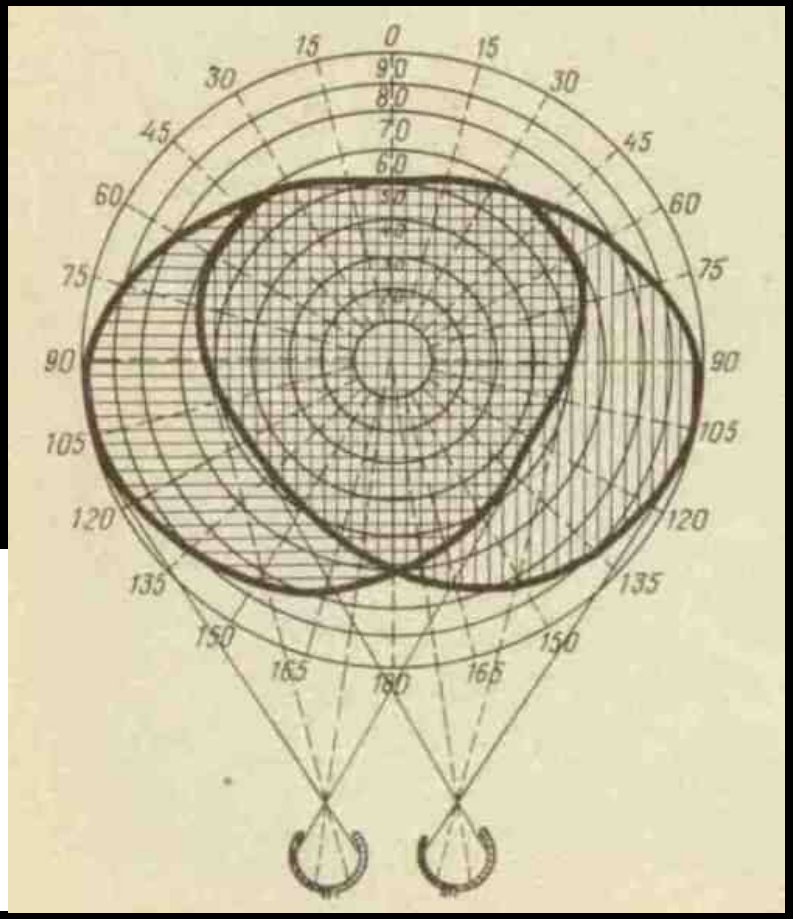




Látásfiziológia

- Látótér
  - perifériális látás (kb 2*90°)
    - alacsony szín és részlet
  - kétszemes látás–térlátás ~115°
  - centrális tér ~30°
  - sárgafolti látás ~3° X 12°
    - éles és színes
    - letapogatás: pl. olvasás
  - látógödör ~1°
    - tűéles, csak csapok



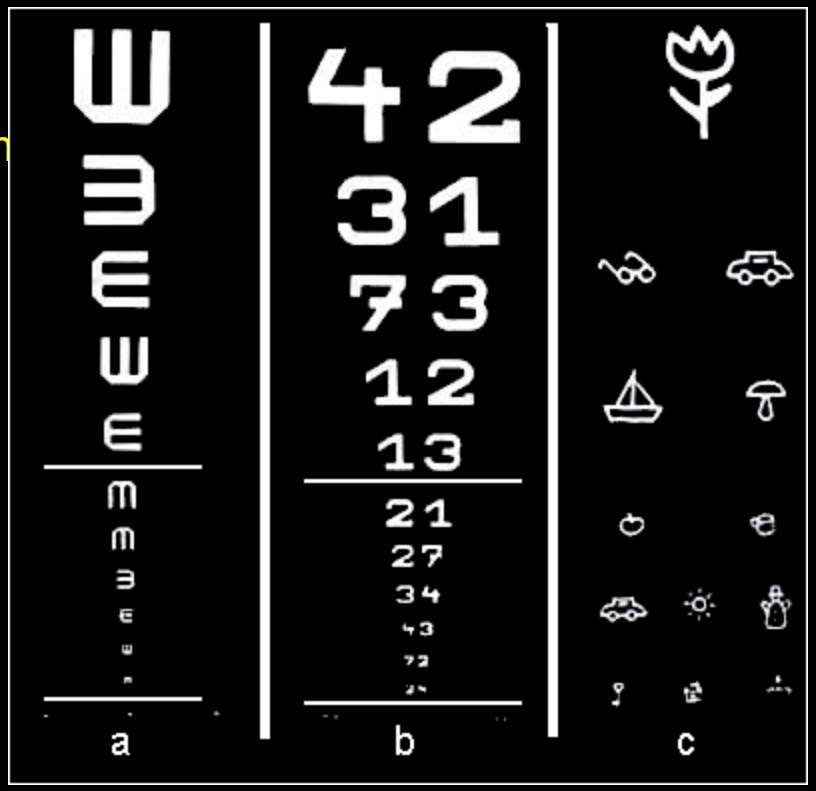


Látásfiziológia

- Térlátás
  - szem konvergenciája
  - retinális eltérés (2 kép közti eltérés)
  - szemlencse alakja (akkomodáció)
  - mozgási parallaxis (mozgó tárgy szögsebessége)
  - perpektivikus hatás
  - takarások
  - méretek (rövidülés)
  - relativ magasság (látószög függvénye)
  - árnyékok
  - részletgazdagság
  - fényszóródás (párásság, köd, főleg kék komponens)

Látásfiziológia

- Felbontóképesség
  - alapvetően a szem geometriája és a csapok távolsága határozza meg
  - rossz leképezés esetén a kép elmosódik, ingerület bizonytalan
  - átlagos „jó” szem felbontóképessége 1 szögperc (visus 1 = 20/20)
- Részletek érzékelése: térszög
- Kiterjedés érzékelése
  - közel-nagy vs. távol-kicsi
- Összetett érzékelés:
  - milyen színű+
  - mekkora a világossága



Látásfiziológia

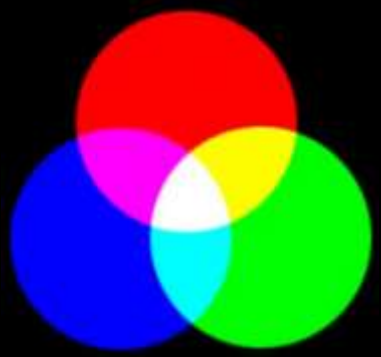
- AKKOMODÁCIÓ
  - közelre nézéshez való alkalmazkodás
  - Távolra nézve akkor látunk élesen, ha a tárgy 6m< van.
  - Ennél közelebbi tárgyak képe a retina mögé vetül → a szemnek alkalmazkodnia kell (növelni a fénytörést)
  - Emberben csak a lencse fénytörő képessége változtatható!
  - 30 éves korig kb. 10D-t is növelhető a lencse fénytörése → a szem közelpontja 10 cm
  - Presbyopia: a lencse rugalmassága csökken (idős korban)
  - Korrekció: gyűjtő lencsével
- Kromatikus aberráció (kivédhetetlen)
  - UV közeli kékre rövidlátás (a retina előtt lesz éles a kép)
  - IR közeli vörösre távollátás

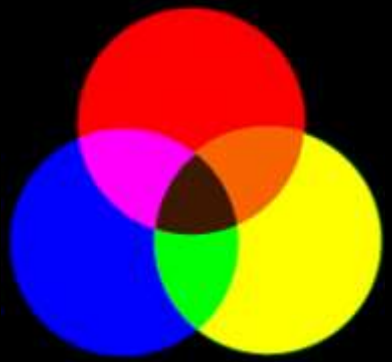
Látásfiziológia

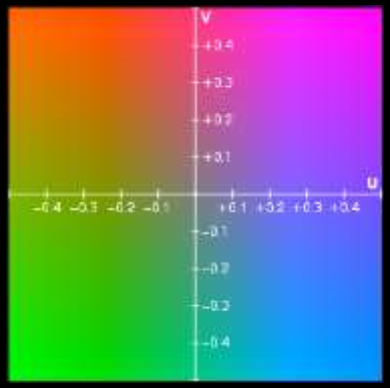
- ADAPTÁCIÓ
  - a folyamat, mely során a szem a látótér fénysűrűségéhez és a színingerekhez alkalmazkodik
  - pupilla és a retina játszik nagy szerepet.
  - A szem 10^{-6} cd/m2 és 10^{5} cd/m2 közötti fénysűrűséghez képes alkalmazkodni. (ez 10^{11} tartomány!!!, hét nagyságrenddel nagyobb a hallás tartományánál)
  - Az adaptáció ideje függ a kezdeti és az állandósult állapothoz tartozó fénysűrűségtől
  - a világosból sötét felé haladva sötétre adaptálás (5-30 perc)
  - fordított esetben világosra adaptálás (5-30 másodperc)

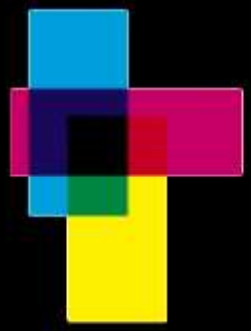
Látásfiziológia

- színrendszerek
  - RGB
  - RGY
  - HSB
  - CMYK (CMY)
  - YUV
  - stb.



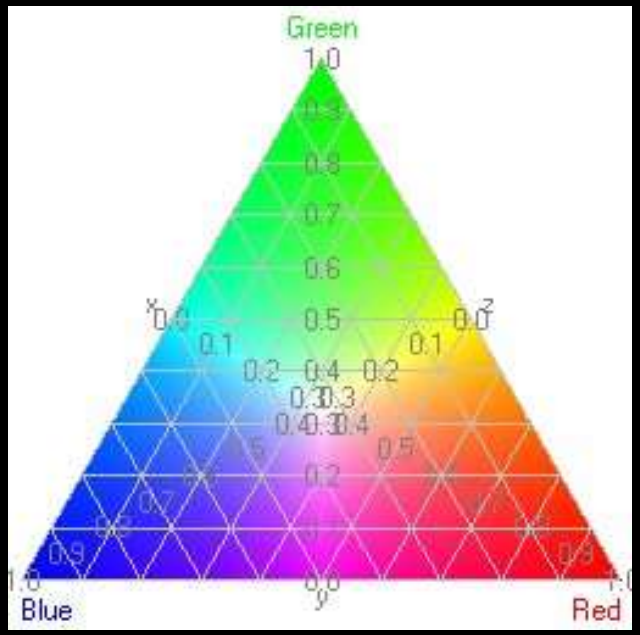


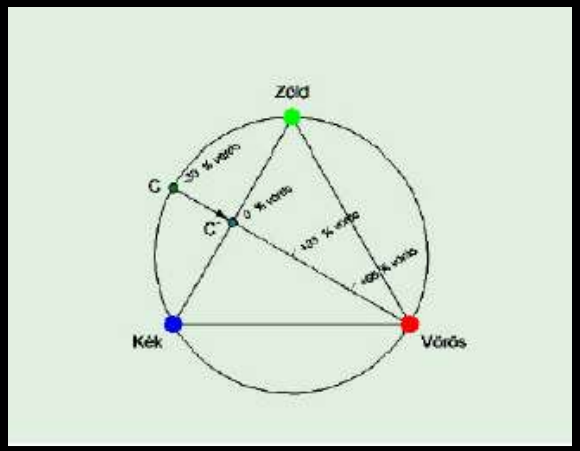




Látásfiziológia

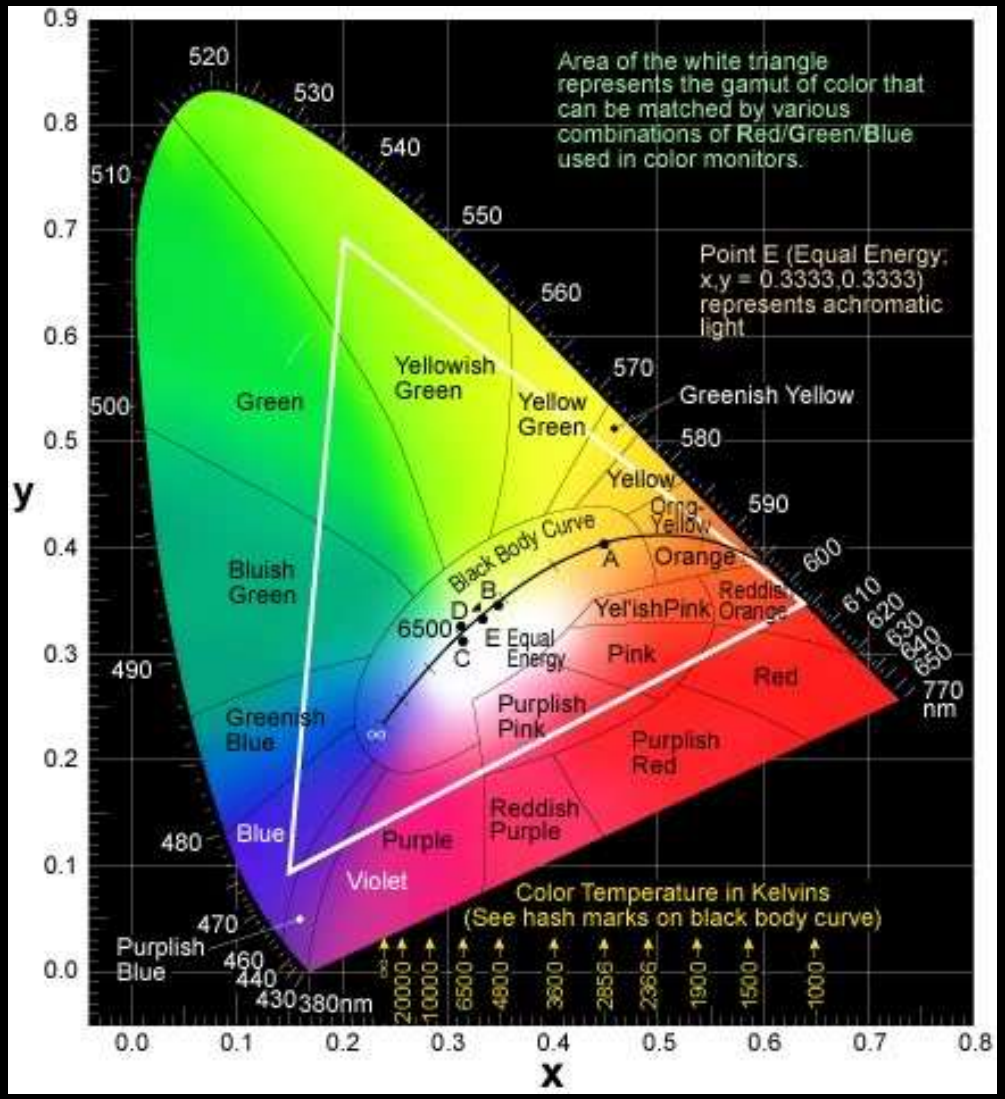
- Színek ábrázolása
  - 9 000 000 színt látunk
  - színháromszög
    - RGB telített színek
    - primer színek
    - szekunder színek
    - tercier színek
  - nem a szem érzékenységnek megfelelő
  - nem keverhető így ki minden látható szín





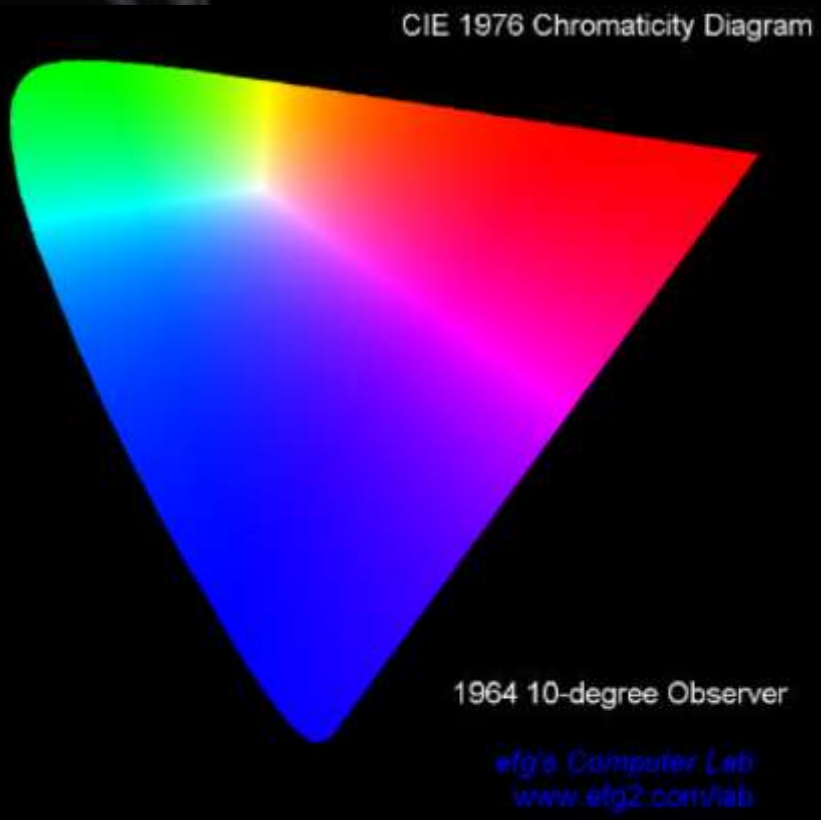
Látásfiziológia

- CIE 1931 színdiagram
  - (Nemz. Vil. tech. Biz.)
  - spektrumszínek
  - bíborvonl
  - Planck-görbe
  - RGB

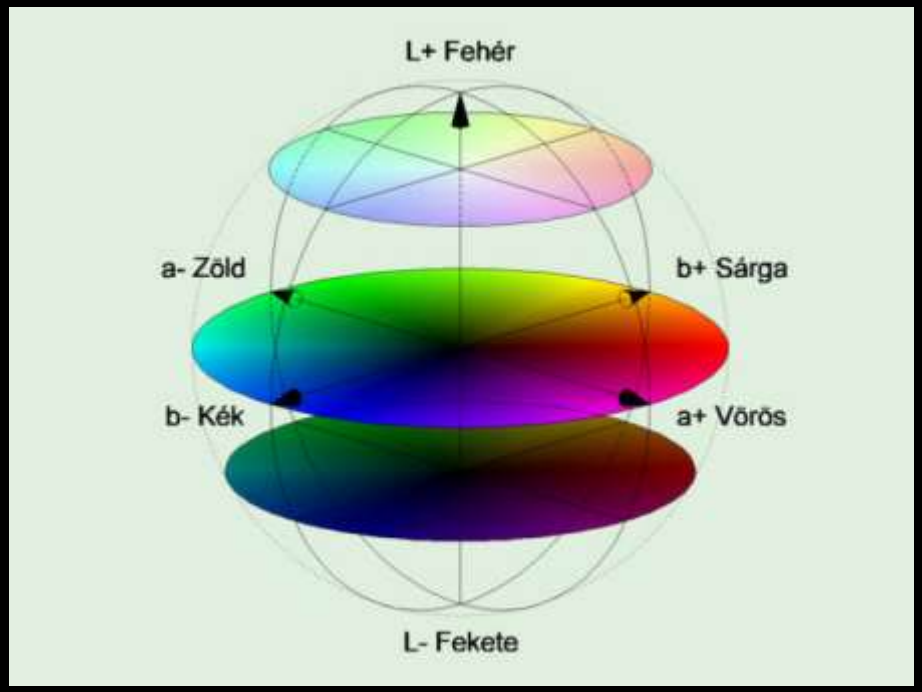


Látásfiziológia

- CIE 1976 - CIELUV



- CIE 1976 - CIELAB



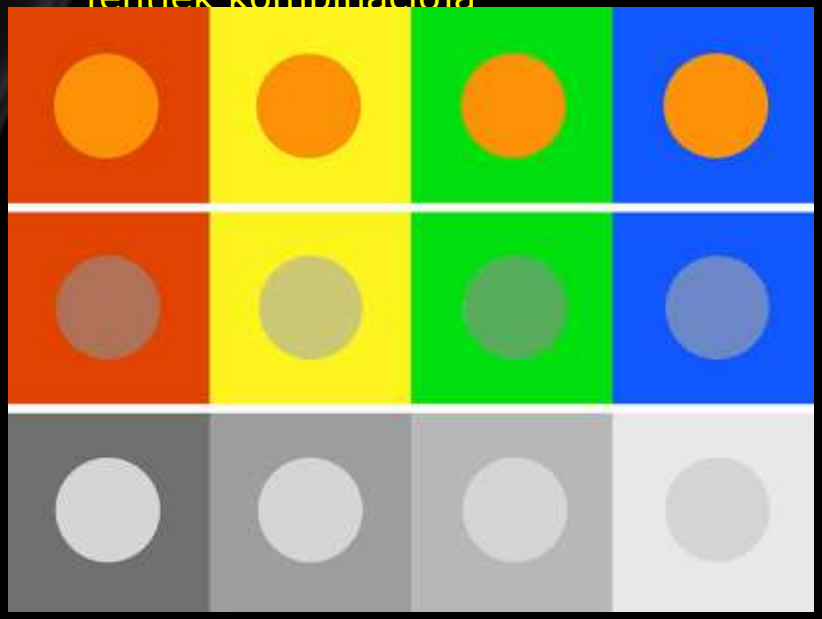
Látásfiziológia

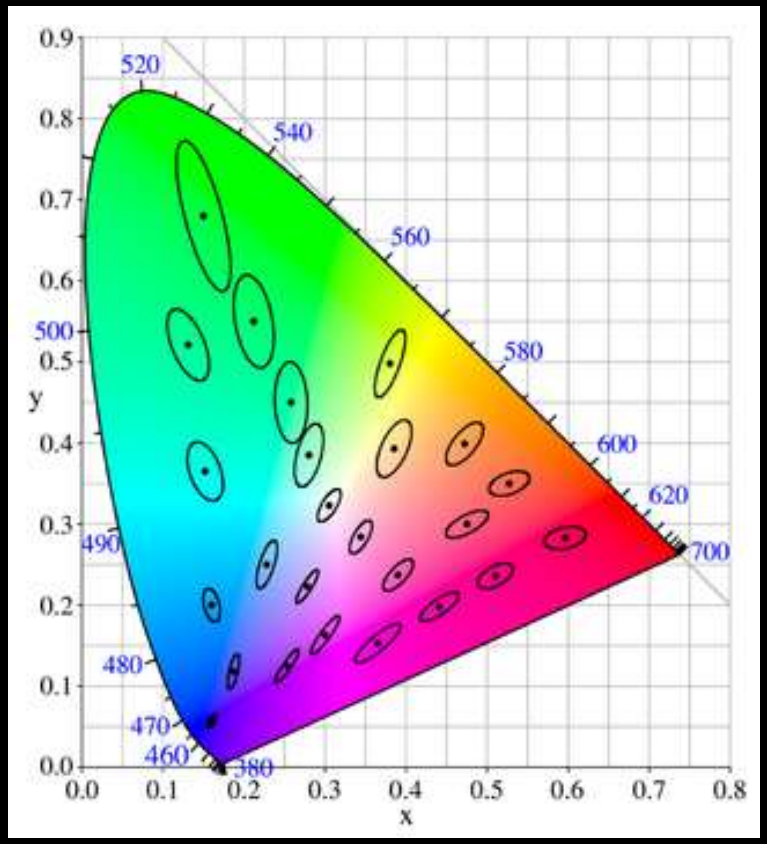
- FÉNYSŰRŰSÉG KONTRASZT
  - $K=(L1-L2)/(L1+L2)\leq 1$
  - Pozitív kontraszt:
    L háttér < L tárgy
  - Negatív kontraszt:
    L háttér > L tárgy

- Kontraszt érzékenység: valamely adaptációs szintnél a már érzékelhető legkisebb fénysűrűség különbség és az adaptációs fénysűrűség hányadosa.
  - $SC= L1/(L2-L1)min=L1/\Delta L$

Látásfiziológia

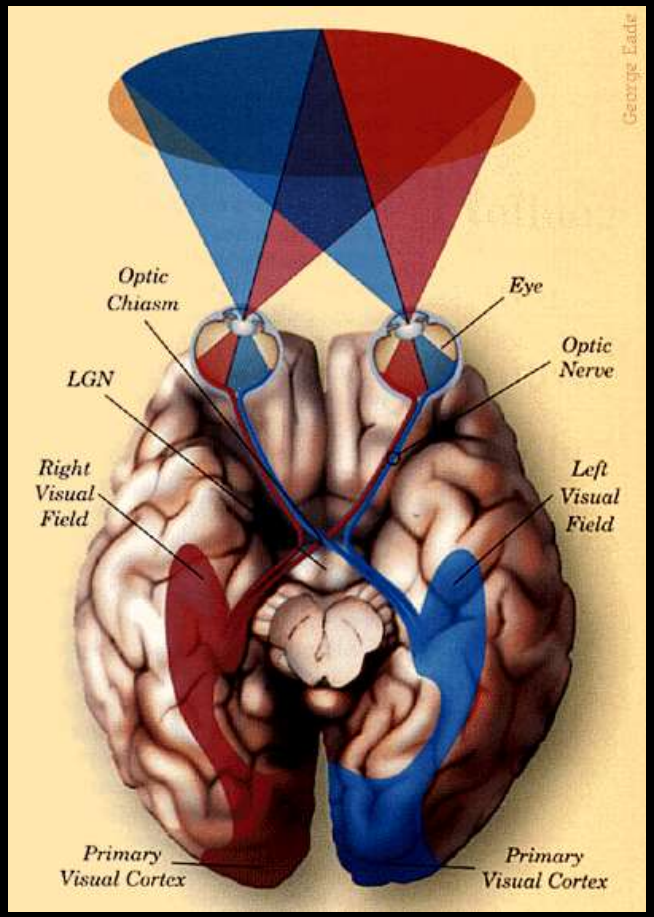
- SZÍNKONTRASZT
  - színek különbözősége meghatározható Δu és Δv külbségeként
  - CIE színdiagramon azonos különbségűek a McAdam ellipszisek
- Színkontraszt létrejön:
  - eltérő színezet
  - eltérő telítettség
  - eltérő világosság
  - fentiek kombinációja



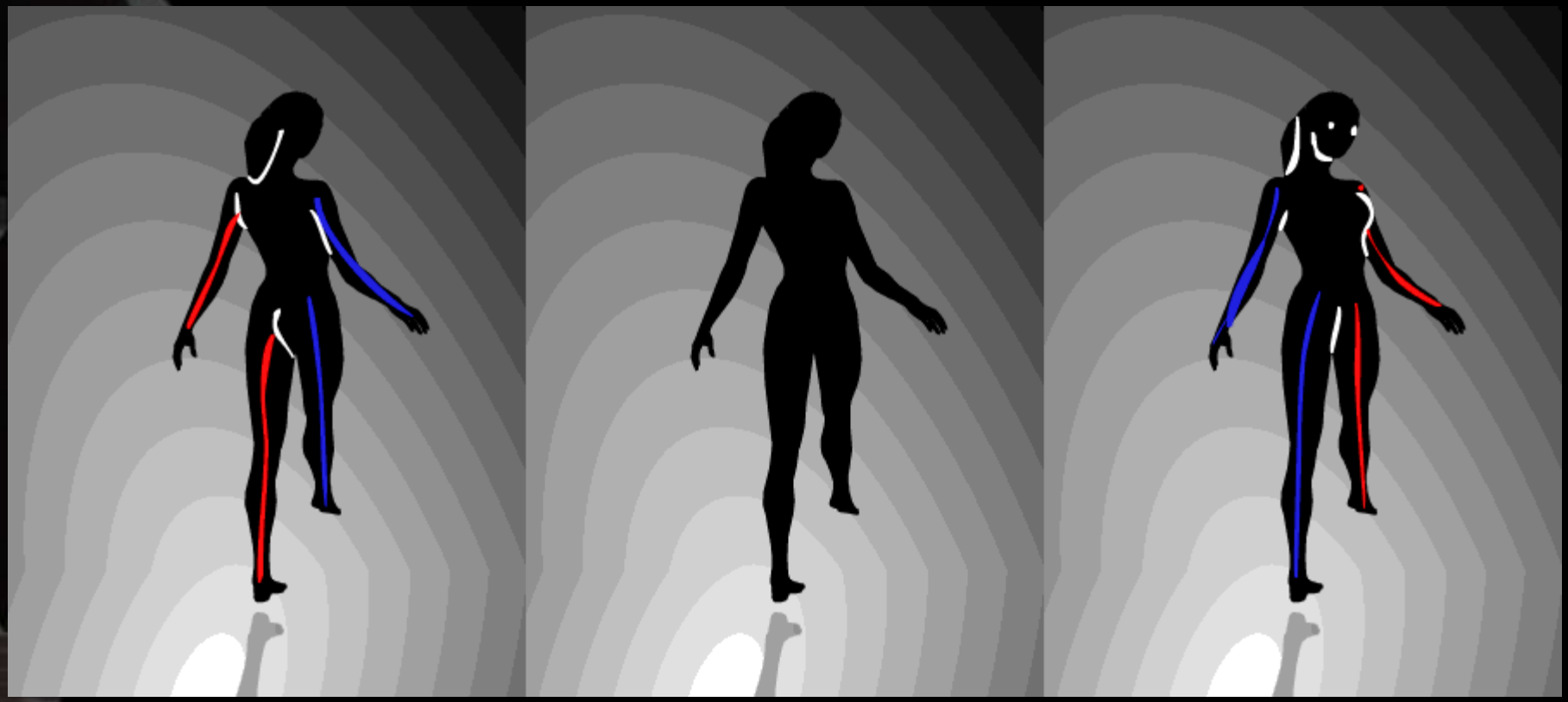


Látás

- Agyi látás
  - fél térfeles látás
  - ellentétes térfél idegpályák keresztezik egymást
  - agy a képet feldolgozza



Látás

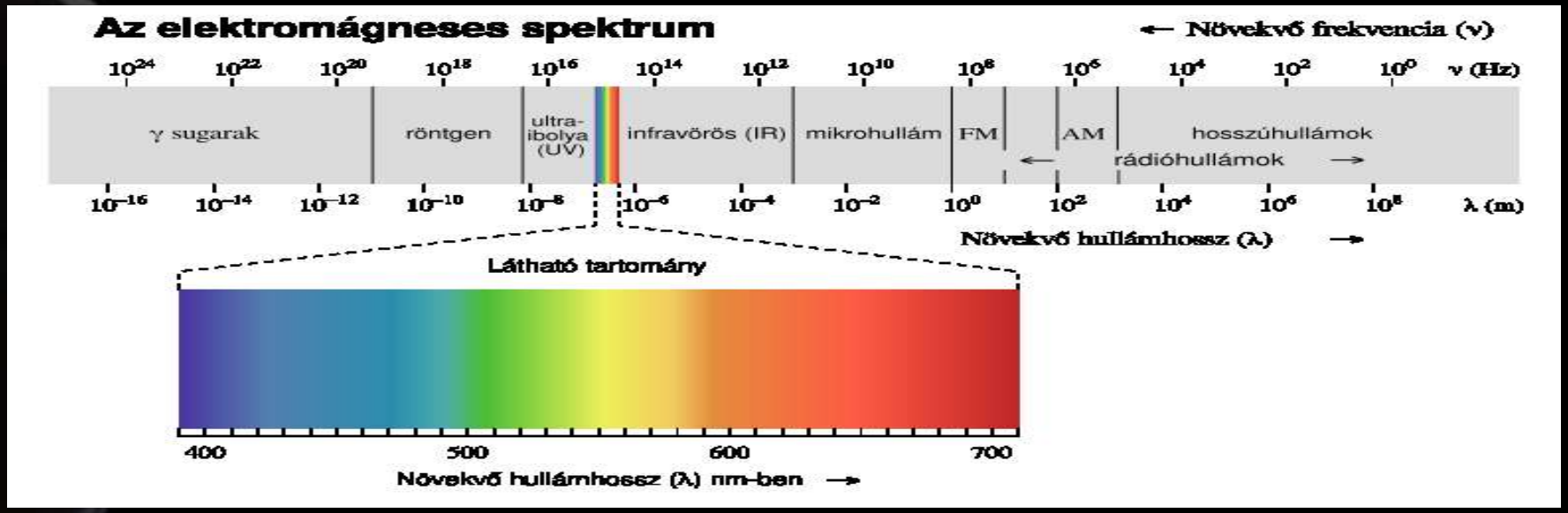


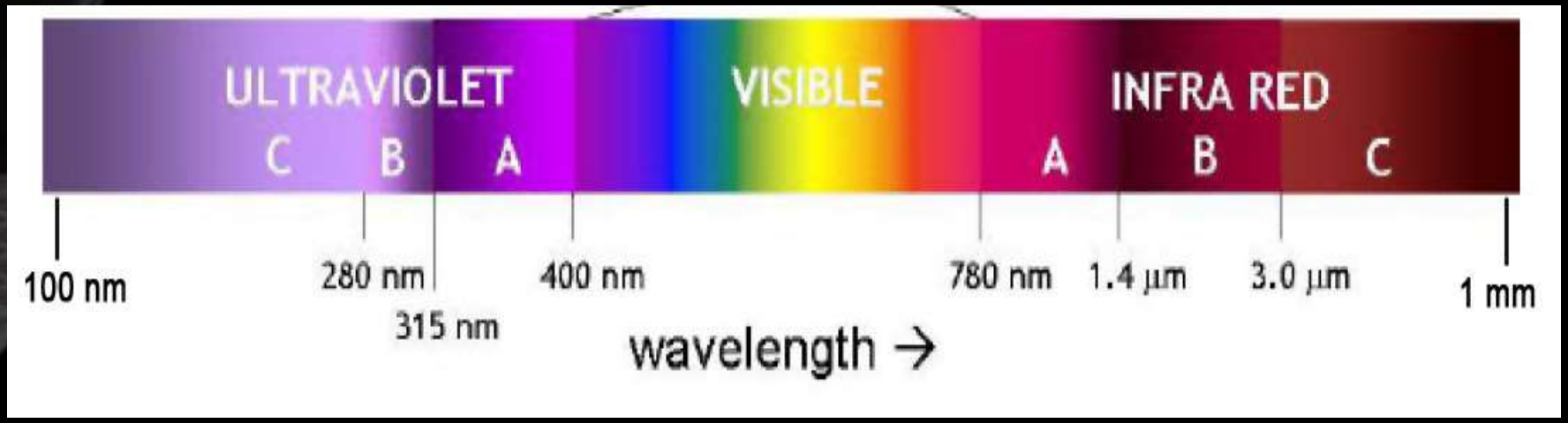
Fény eredete

- természetes
  - fúziós: Nap (Hold), csillagok
  - elektromágneses: villám, sarki fény
  - lumineszcens: szentjánosbogár, lámpáshal, stb
- mesterséges:
  - hőmérsékleti: fáklya, gyertya, petróleumlámpa, izzólámpák
  - gerjesztéssel: fénycsövek, fémhalogénlámpa, Na-lámpák, LED, stb.
  - lumineszcens: világító rúd, elektrolumineszcens fóliák

„…Mi mennyi?”

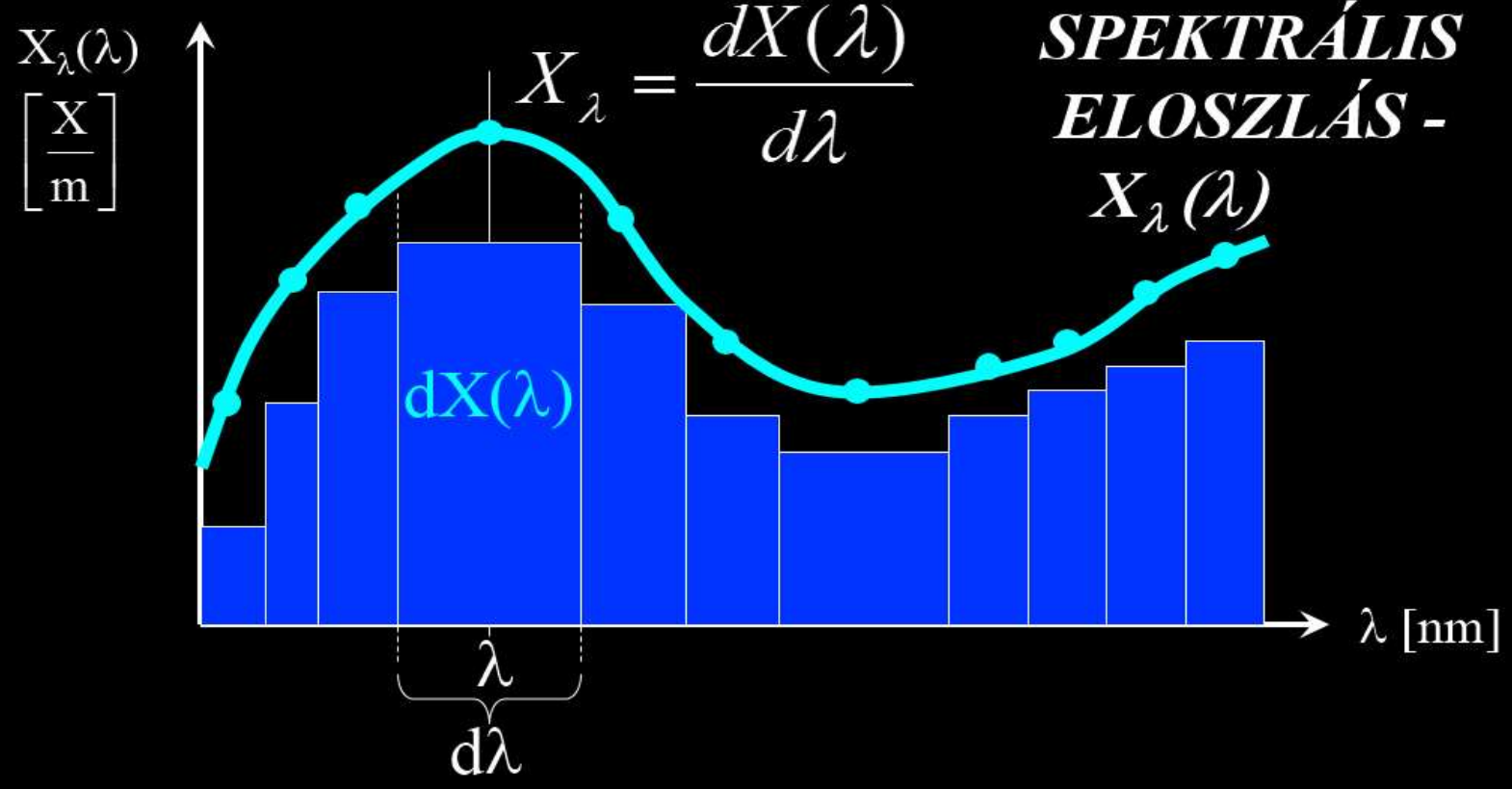
Az optikai színkép felosztása





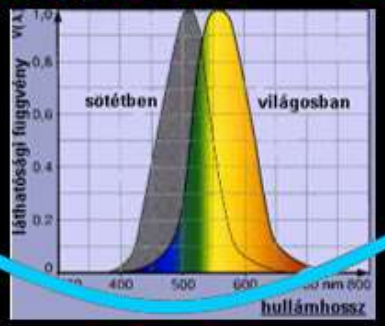
Energia spektrális eloszlása

SPEKTRÁLIS: X mennyiség függ a hullámhossztól $X(\lambda)$

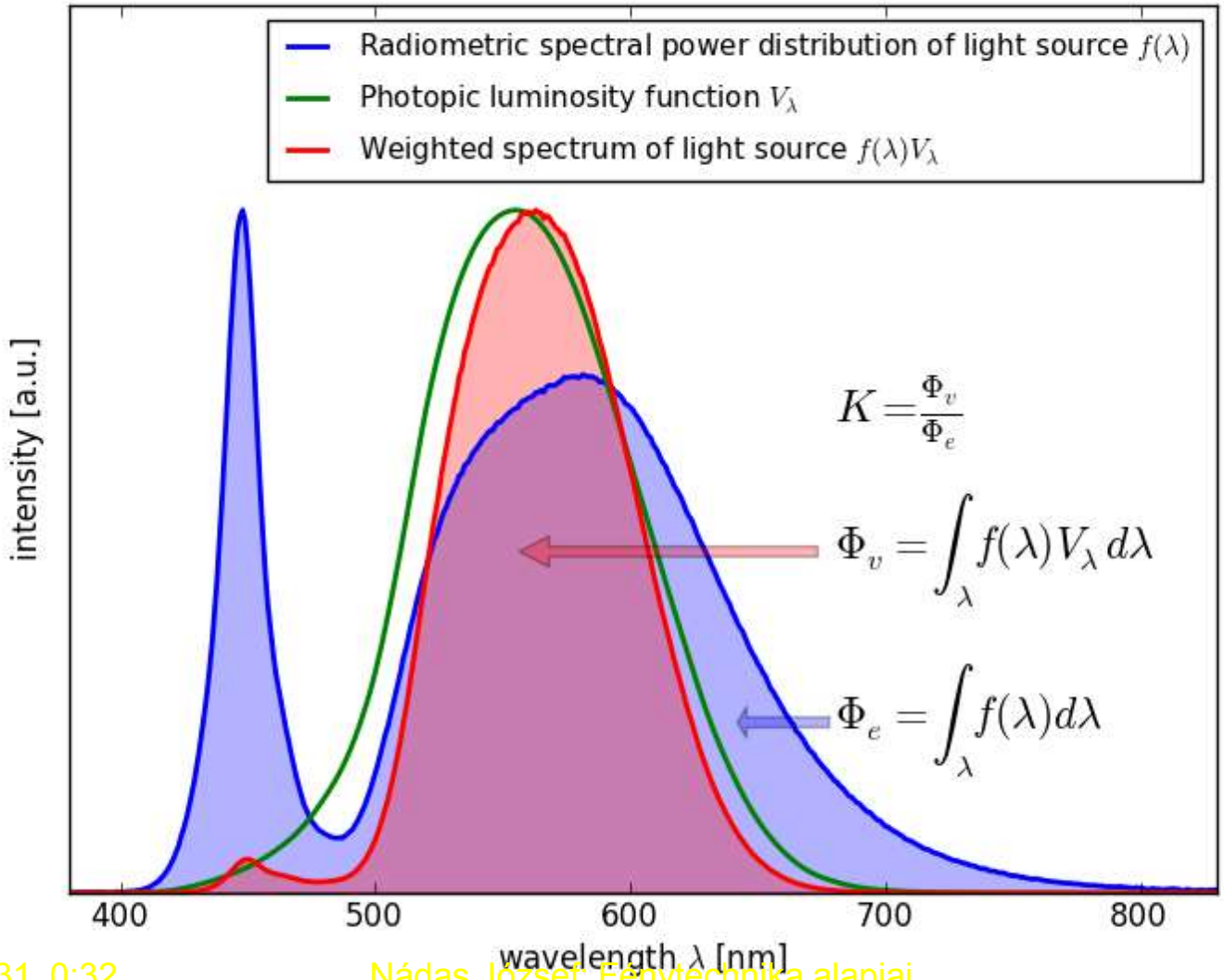


Sugárzásból -> fény

Optikai **RADIOMETRIA** **FOTOMETRIA**


látható
látható
látható

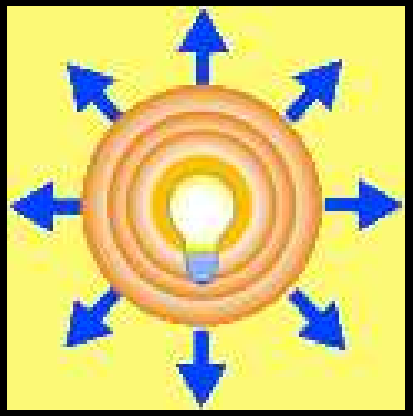
Fényáram


Radiometric spectral power distribution of light source $f(\lambda)$
Photopic luminosity function V_λ
Weighted spectrum of light source $f(\lambda)V_\lambda$
intensity [a.u.]
400
500
600
700
800
wavelength λ [nm]
$K = \frac{\Phi_v}{\Phi_e}$
$\Phi_v = \int_\lambda f(\lambda) V_\lambda \, d\lambda$
$\Phi_e = \int_\lambda f(\lambda) d\lambda$

Fényáram

FÉNYÁRAM

- egy adott térrészbe kisugárzott összes fény (az el. mágn. sugárzás fizikai teljesítmény és a láthatósági tényező szorzata)
- **jele: Φ mértékegysége: lumen [lm]**
- elméleti maximum: 555nm hullámhosszúságú fény esetén 683lm, 1W felvett teljesítmény esetén
- egy 100W izzólámpa fényárama kb. 1300lm (hasonlóan egy 20W kompakt fénycsőhöz)
- hétköznapi értelemben egy fényforrás fényárama az őt körülvevő térbe kisugárzott összes fény,
  - irányfüggetlenül
  - de függ a fényforrás színképétől (színétől) - $V(\lambda)$



Teljesítmény -- fényáram

RADIOMETRIA

Sugárzott teljesítmény

$(\Phi_e ; \Phi ; P)$

Sugárzás formájábban kibocsátott, áteresztett vagy felfogott teljesítmény

[W]

FOTOMETRIA

Fényáram

$(\Phi_{(v)} ; \Phi)$

$$\Phi_e \rightarrow \Phi$$

$$V(\lambda) \rightarrow \Phi$$

lumen [lm]

Fényáram

$$\Phi = K_m \cdot \int_{380nm}^{780nm} \frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} \cdot V(\lambda) d\lambda$$

$\frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda}$ **a sugárzott teljesítmény spektrális eloszlása**

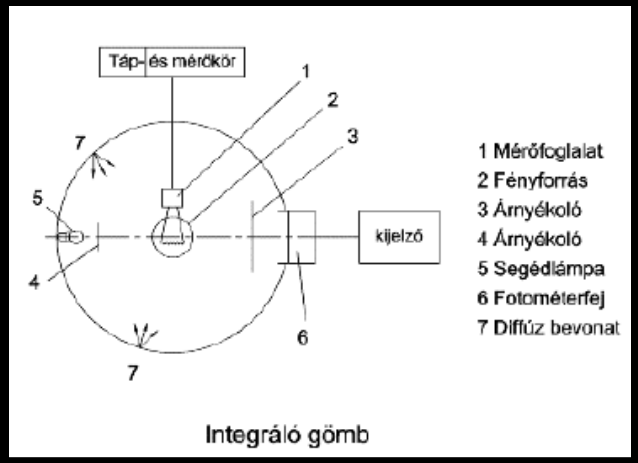
$V(\lambda)$ **a fotopos látásra vonatkozó láthatósági tényező**

K_m **a fotopos látásra 683 lm/W**

Fényáram

Fényáram mérése:

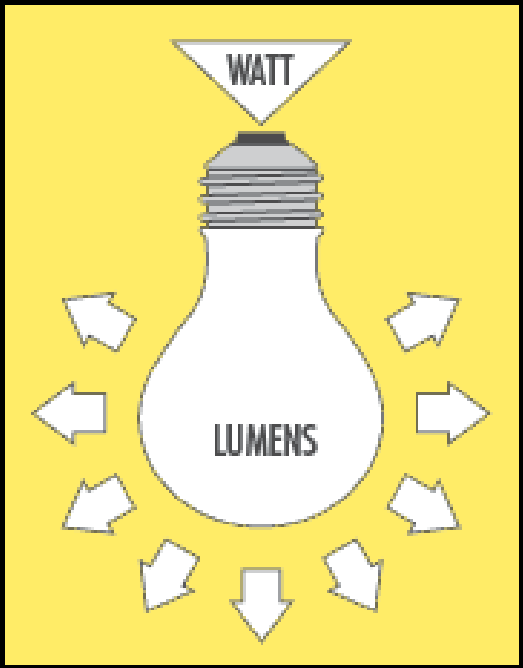
- Integráló fotométer (Ulbricht gömb): Teljes térbe kisugárzott fényáram mérésére szolgáló eszköz. A gömb belső felületét diffúz világosszürke (fehér) bevonat borítja, falába vágott ablakban helyezkedik el a fotométer, melyet árnyékolólemez fed el a fényforrás (lámpatest) közvetlen fényétől. A mérendő fényforrást alkalmas tartószerkezet tartja a gömb középpontjában. A mérés a „szubsztitúció” (helyettesítés) elven alapul, ismert fényáramú lámpát hasonlítunk össze a mérendő lámpával.



Fényhasznosítás

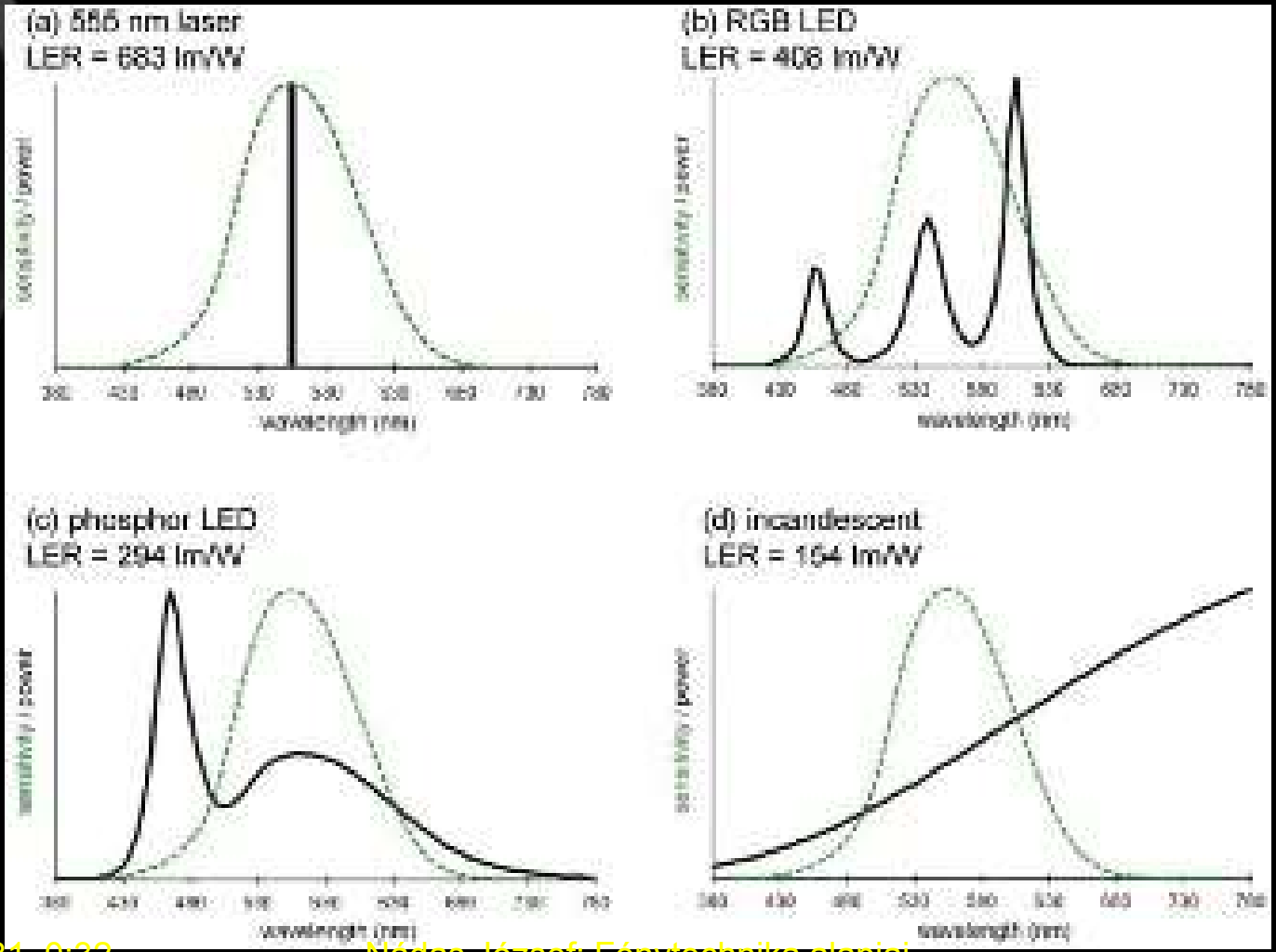
Fényhasznosítás

- A fényáram és a fényforrás által felvett teljesítmény hányadosa.
- **Egysége: lumen/watt [lm/W], jele: η**



- Néhány jellemző fényforrásfajta fényhasznosítása:
  - Normál izzólámpa 10...15 lm/W
  - Halogén izzólámpa 18…25 lm/W
  - Fénycső 80 - 90 lm/W
  - Higanylámpa 40 - 52 lm/W
  - Fémhalogénlámpa 60 - 90 lm/W
  - Nagynyomású Na lámpa 80 -120 lm/W
  - Kisnyomású Na lámpa 160...200 lm/W

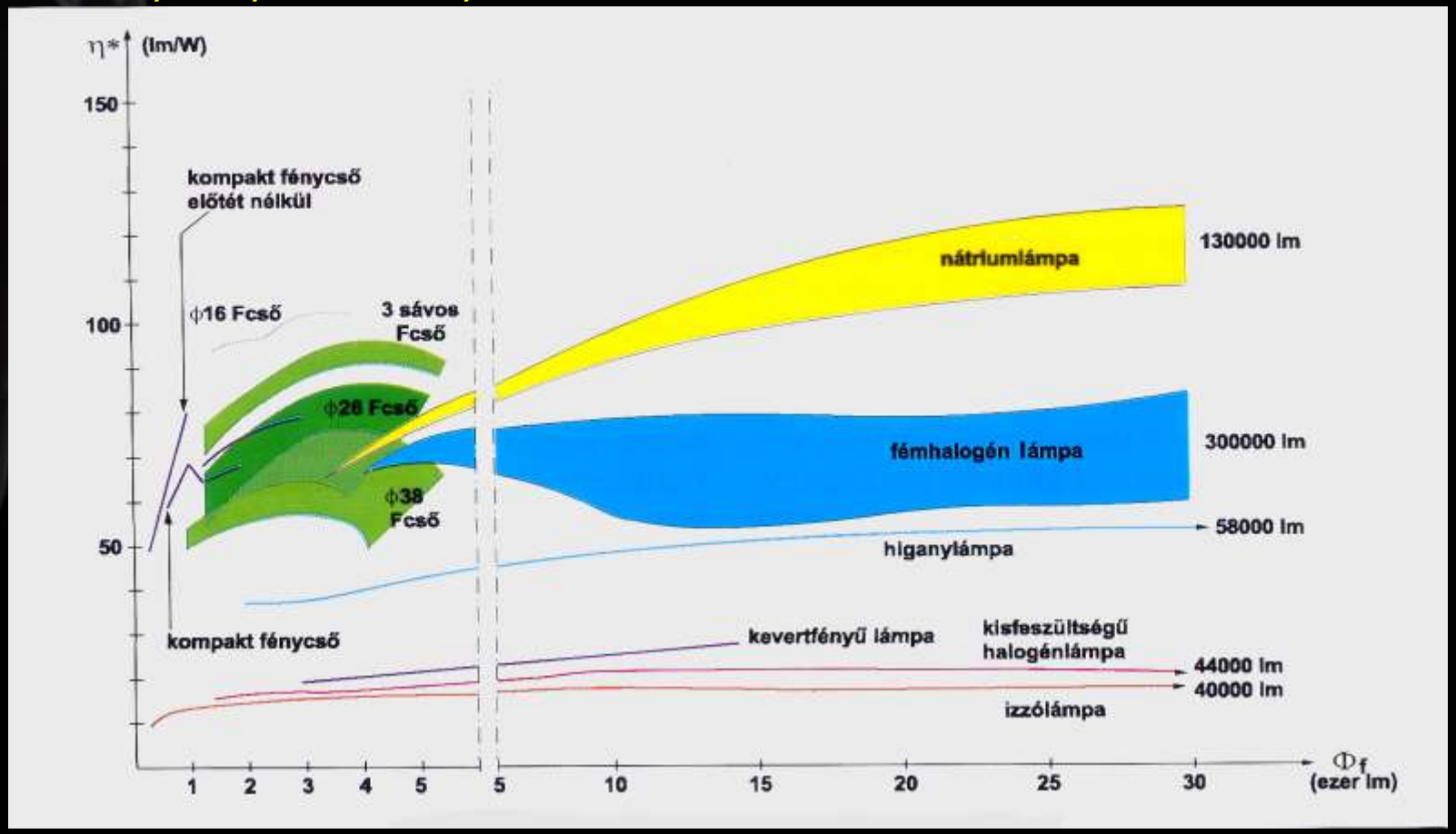
Fényhasznosítás



Fényhasznosítás

Fényhasznosítás

- Néhány fényforrás fényhasznosítása



Fénymennyiség

Fénymennyiség

- A fényáram és a fénysugárzás időtartamának szorzata.
- **Jele: Q_v, egysége: lumen másodperc, lumenóra [lmh]**

$$Q_v = \int \Phi_v \, dt$$

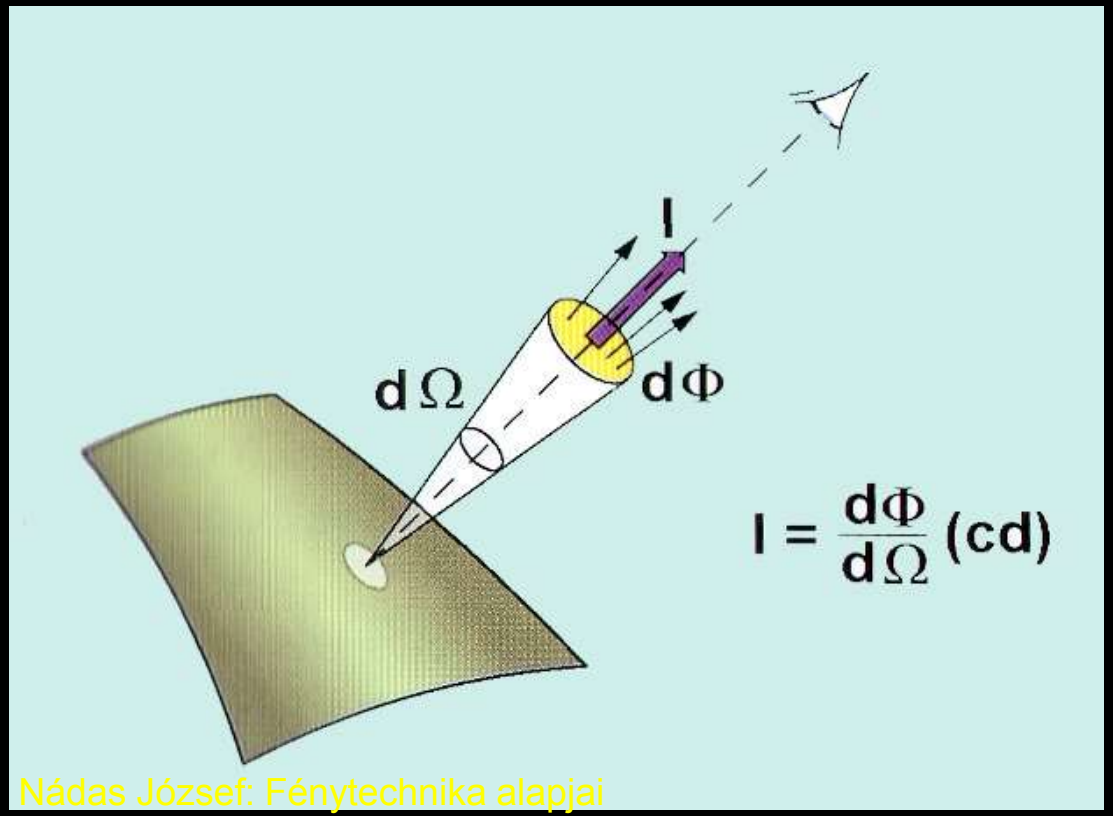
-világítási rendszerek gazdaságosságának összehasonlításakor

Hatásfüggvényekkel súlyozva
-biológiai hatások, fotopatológia
-fény károsító hatása (pl. textiák, műtárgyak)

Fényerősség

FÉNYERŐSSÉG

- A fényáram adott irányú elemi térszögbe sugárzott része a fényerősség
  - **mértékegysége a kandela [cd] – SI alapegység**
  - **jele: I**



Fényerősség

Fényerősség

FÉNYERŐSSÉG

- Valamely sugárzó adott irányban értelmezett fényerősége a sugárzóból adott irányt tartalmazó elemi térszögbe sugárzott, $d\Phi_v$ fényáramnak és a $d\Omega$ térszögnek a hányadosa:

$$\mathbf{I_v = d\Phi_v / d\Omega}$$

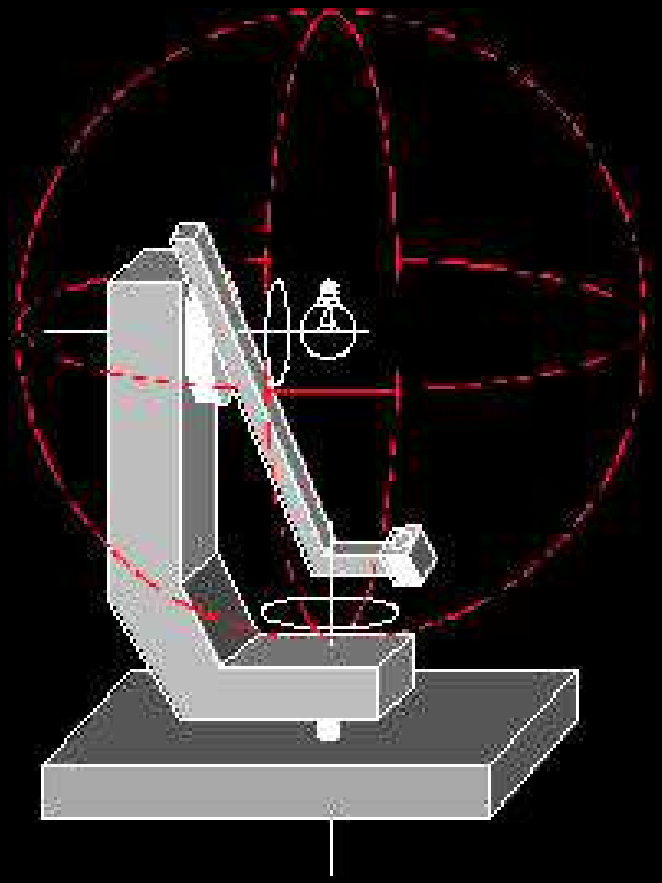
Mértékegysége: cd (kandela). A fénytechnikai mennyiségeket a fényerősség egységére vezetik vissza.

- SI alapegység:
  - A kandela az olyan fényforrás fényerőssége adott irányban, amely **$540 \cdot 10^{12}$ Hz frekvenciájú monokromatikus** fényt bocsát ki és **sugárerőssége ebben az irányban 1/683 W/sr**.

Fényerősség

Fényeloszlás mérése

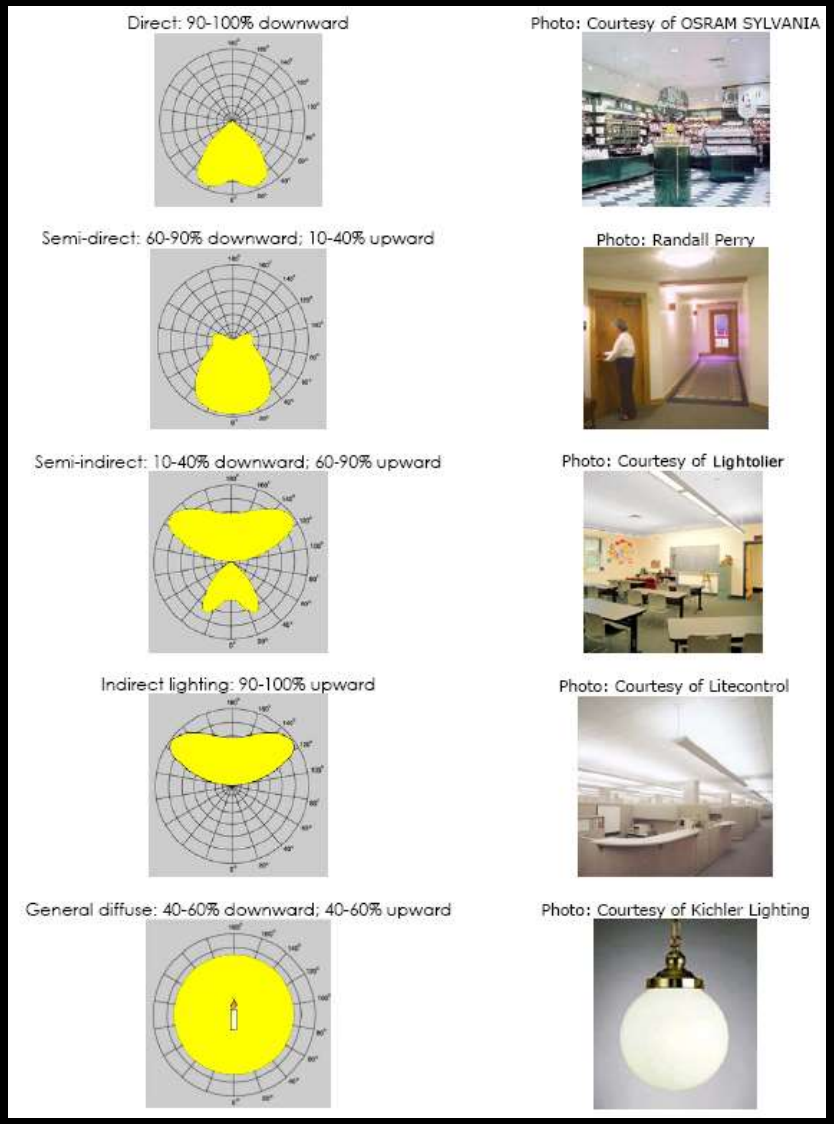
- Goniofotométer: Berendezés, fényforrások és lámpatestek térbeli fényeloszlásának meghatározásához. A goniofotométerben a fényforrás és a fotométer relatív helyzete oly módon változtatható, hogy a fotométer a teljes teret bejárja a fényforrás körül. A fotométer jelét általában számítógép dolgozza fel. Teljes fényáram, zónafényáramok, fényerősség és fénysűrűségeloszlás mérhető ily módon nagy pontossággal.

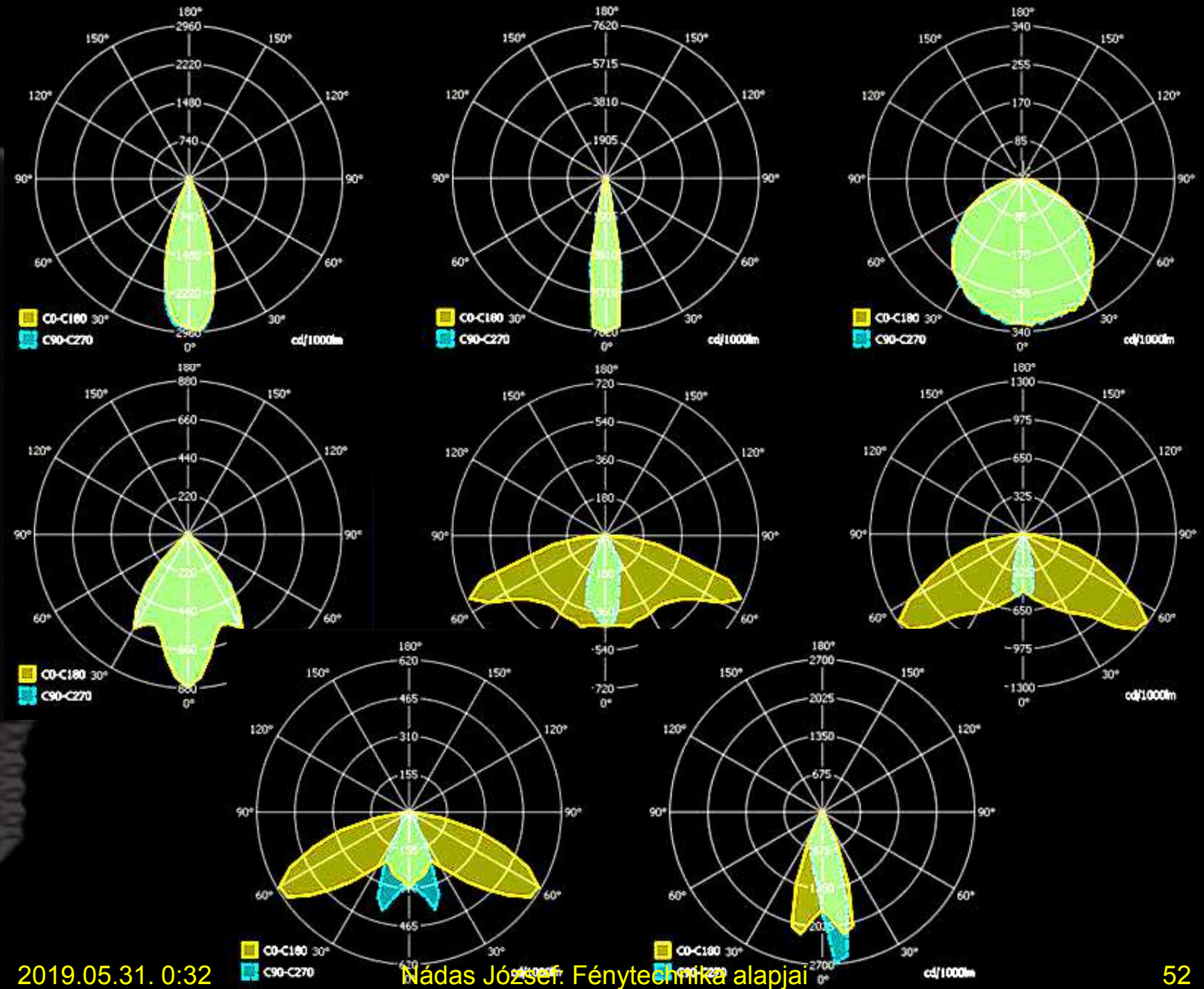


Fényerősség

FÉNYELOSZLÁS

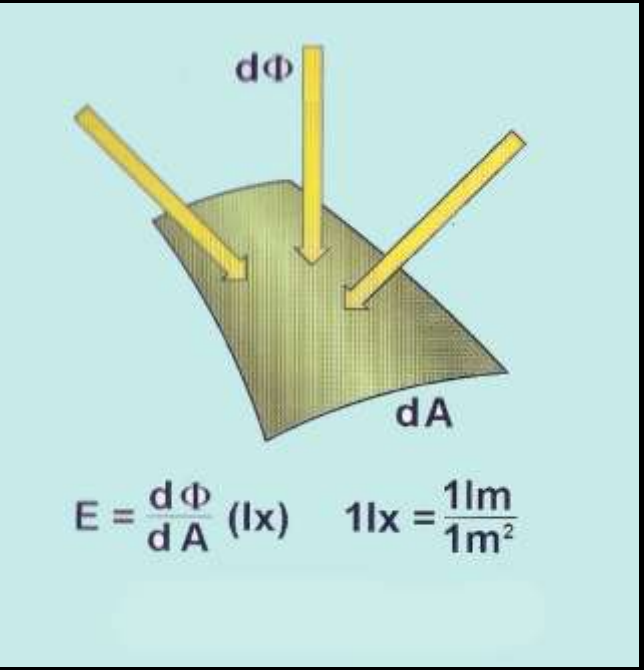
- Egy fényforrás vagy lámpatest a tér különböző irányaiban általában nem egyenletesen, hanem különböző erősséggel sugároz. Ha az optikai középpontból kiindulva felmérjük nagyság és irány szerint a fényerősségek vektorait, akkor azok végpontjai határozzák meg a fényeloszlást. A gyakorlatban a különböző katalógusokban a fényeloszlás síkmetszeteit, a fényeloszlási görbéket adják meg. A lámpatest katalógusokban a fényeloszlási görbéket relatív léptékben, 1000 lm fényáramra vonatkoztatva szokásos megadni.




C0-C180 30°
C90-C270
cd/1000lm

Megvilágítás

- **MEGVILÁGÍTÁS:**
  - Az adott pontot tartalmazó felületelemre beeső fényáramnak és a felületelemnek a hányadosa.
  - **Jele: E.**
  - **Mértékegysége: lux [lx]**

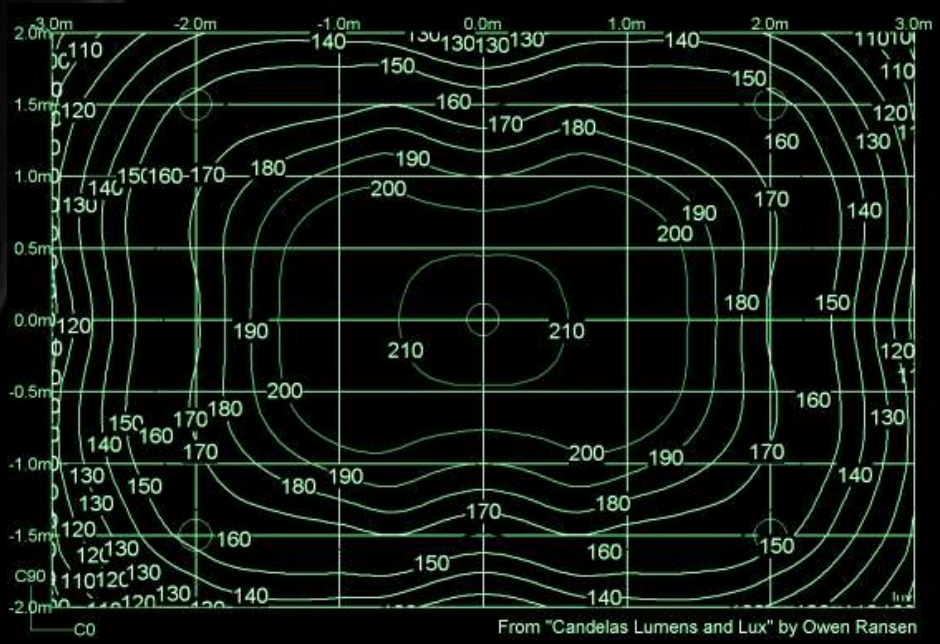


Tipikus megvilágítási értékek:

A világítás leírása	Megvilágítás, lx
100W-os izzólámpától 1 m távolságban	~ 100
Irodai munkahelyen	300 – 500
Felhős időben külső térben nyáron	~ 20.000
Déli napfényben nyáron	~ 150.000
Teliholdnál	~ 1

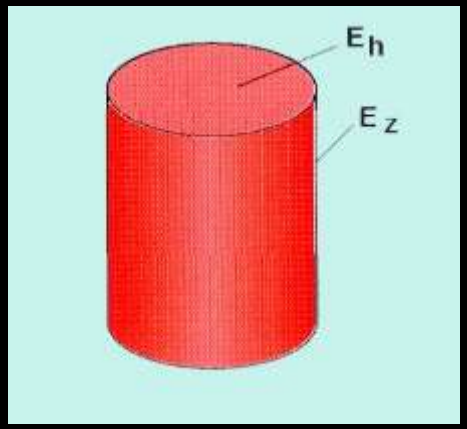
Megvilágítás

- Mérése:
  - megvilágításmérővel
    - fénymérő szenzor
    - V-lambda érzékenység, cos α
- Ábrázolás:
  - izolux diagramok



Megvilágítás

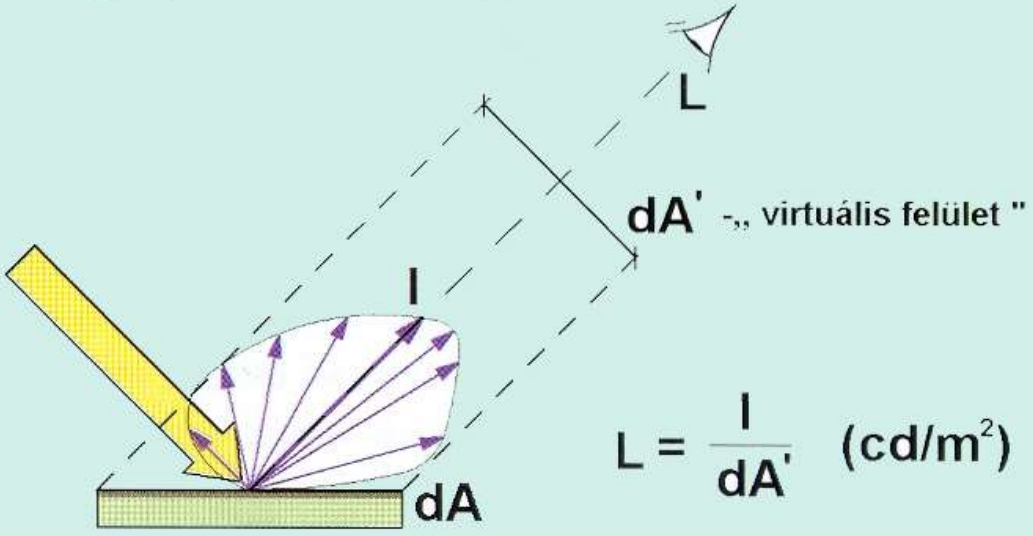
- **horizontális**
  - munkasík, padlósík
  - vonatkoztatási felület
  - munkaterület és annak környezete
  - mérési felület
- **vertikális**
  - függőleges sík
  - falak, szekrények
- **cilindrikus**
  - hengerpaláston
  - plasztikusság, alakfelismerés
- **szférikus**
  - gömbfelületen
  - térérzet, térbeli kiterjedés



Fénysűrűség

FÉNYSŰRŰSÉG

- A legfontosabb: csakis ezt látjuk!
- A fényerősség és a felület nézési irányra merőleges vetületének hányadosa
- A felület egészen kicsi is lehet (pl. egy káprázató fényforrás)
- **Jele: L**
- **Mértékegysége: kandela/négyzetméter [cd/m²]**
- A korszerű szemléletű világítástechnika legfontosabb egysége



1.25. ábra. A fénysűrűség

Fénysűrűség

FÉNYSŰRŰSÉG

- (adott irányban, a fényforrás vagy a megvilágított felület vagy a fénynyaláb adott pontjában)

$$L_v = \frac{dI_e}{dA\cos\varepsilon} \quad [\mathrm{cd/m^2}]$$

ahol L a fénysűrűség, I a fényerősség, dA a felületelem nagysága és ε a fény iránya, tehát a felület adott pontjából kiinduló fényerősségnek és a felület erre merőleges vetületének hányadosa. A világítástechnikai tervezés alapvető mennyisége, mivel szemünk ezt érzékeli.

Fénysűrűség

- Fénysűrűségmérő
- Olyan műszer, amely optika segítségével meghatározott térszöget metsz ki, ezt egy V(λ) függvényhez illesztett érzékelőre vetíti. Az érzékelő megvilágítása arányos a leképezett felület átlagos fénysűrűségével.

Kontraszt

- **KONTRASZT**
  - A részletek egymáshoz (környezetükhöz) viszonyított különbözősége
    - fénysűrűség-különbség (fénysűrűségkontraszt)
    - színek közti különbség (színkontraszt)
    - fentiek kombinációja (kontraszt)

    - szubjektív
      - ❖ képrészletek egyéni észlelése közötti különbség
    - objektív
      - ❖ mérésen, számításon alapuló

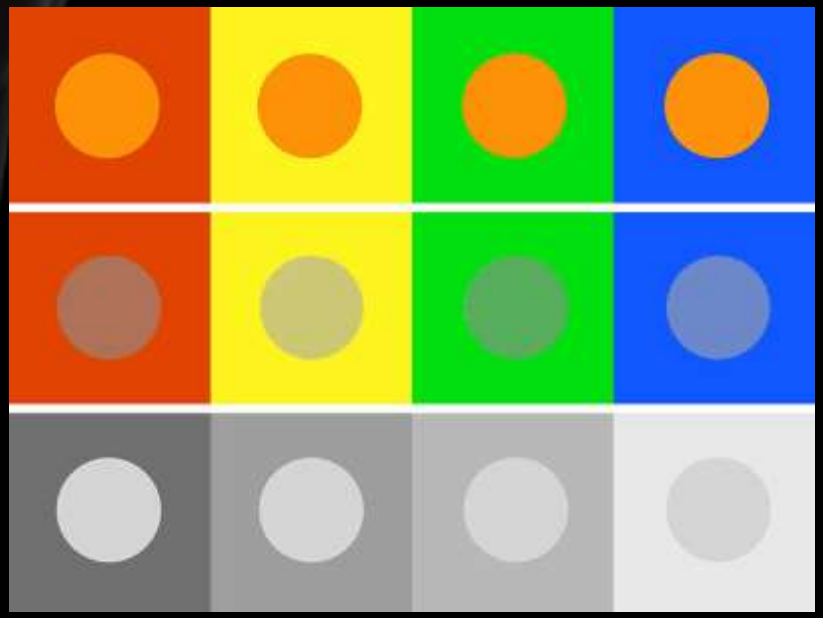
Kontraszt

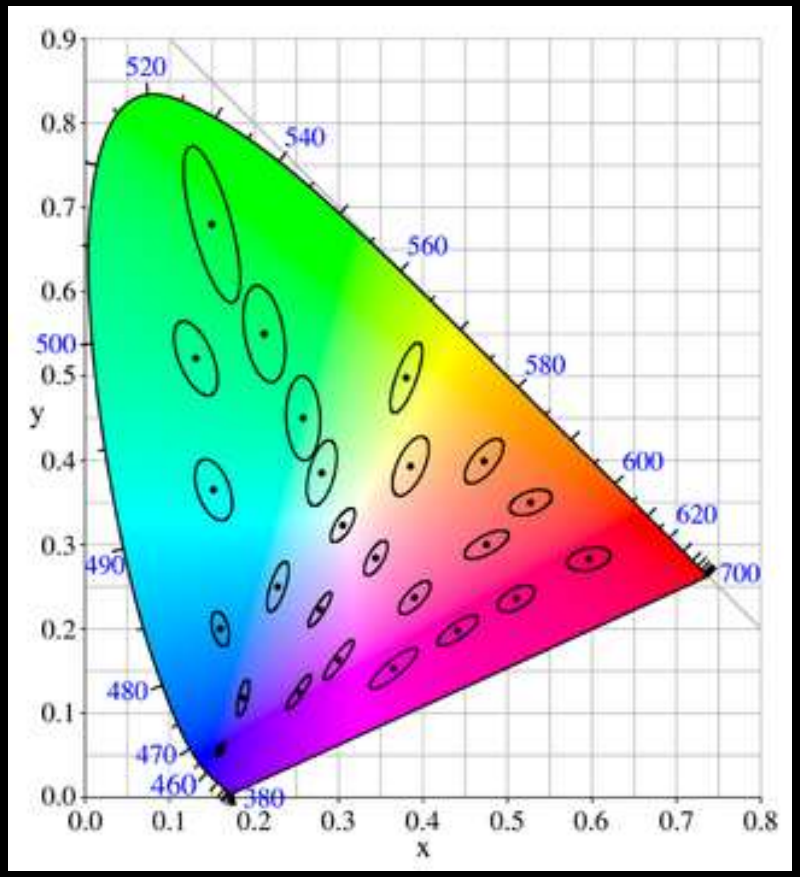
- **FÉNYSŰRŰSÉG KONTRASZT**
  - K=(L1-L2)/(L1+L2)≤1
  - Pozitív kontraszt:
    L háttér < L tárgy
  - Negatív kontraszt:
    L háttér > L tárgy

- Kontraszt érzékenység: valamely adaptációs szintnél a már érzékelhető legkisebb fénysűrűség különbség és az adaptációs fénysűrűség hányadosa.
  - SC= L1/(L2-L1)min=L1/ΔL

Kontraszt

- **SZÍNKONTRASZT**
  - színek különbözősége meghatározható Δu és Δv külbségeként
  - CIE színdiagramon azonos különbségűek a McAdam ellipszisek
- Színkontraszt létrejön:
  - eltérő színezet
  - eltérő telítettség
  - eltérő világosság
  - fentiek kombinációja





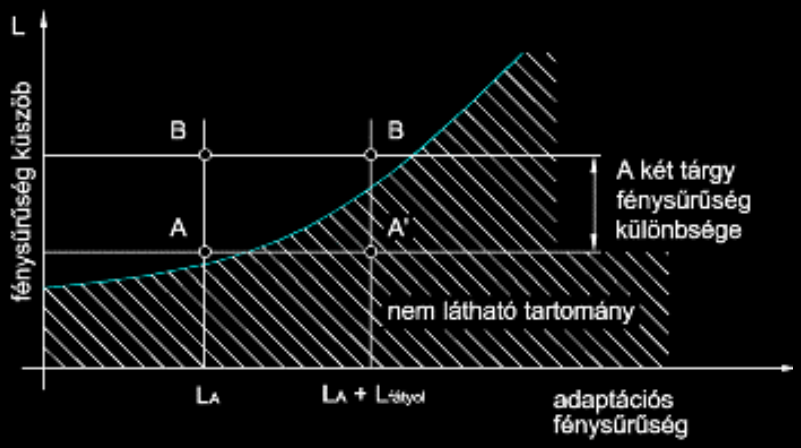
Káprázás

- **Káprázás**
  - Látási zavar vagy kényelmetlenség, amelyet nagy fénysűrűségek, és/vagy fénysűrűség különbségek okoznak

- Típusai:
  - **zavaró káprázás**
    - A káprázató hatások közül az, amely látási kényelmetlenséget okoz anélkül, hogy rontaná a látást. (pl. egy nagy fénysűrűségű tárgy vagy fényforrás a perifériás látótérben)
  - **rontó káprázás**
    - A káprázató hatások közül az, amely látásromlást eredményez vagy csökkenti a látóteljesítményt. (Pl. fátyolfénysűrűség)

Káprázás

- Fátyolfénysűrűség
  - Az a fénysűrűség, amelyet, mind a szem adaptációs állapotát meghatározó háttér fénysűrűségéhez, mind a tárgy fénysűrűségéhez hozzá kell adni ahhoz, hogy a rontó káprázás nélküli fénysűrűségkülönbség küszöbértéke megegyezzék a rontó káprázás állapotát jellemző tényleges küszöbértékkel.
  - Más megfogalmazás szerint a fátyolfénysűrűségről akkor beszélhetünk, amikor a káprázás forrása a látási irányon kívül esik, ekkor képe a retina perifériális részén jelenik meg. A fény szemen belüli szóródása miatt csaknem a teljes retinára kiterjedő fényfátyol alakul ki, aminek következtében a szem érzékenysége és a látási teljesítmény csökken (ez Schober elmélete).

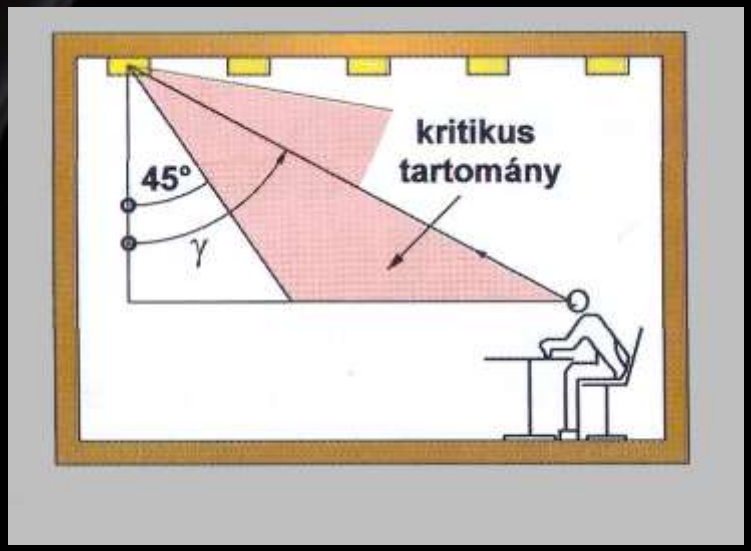


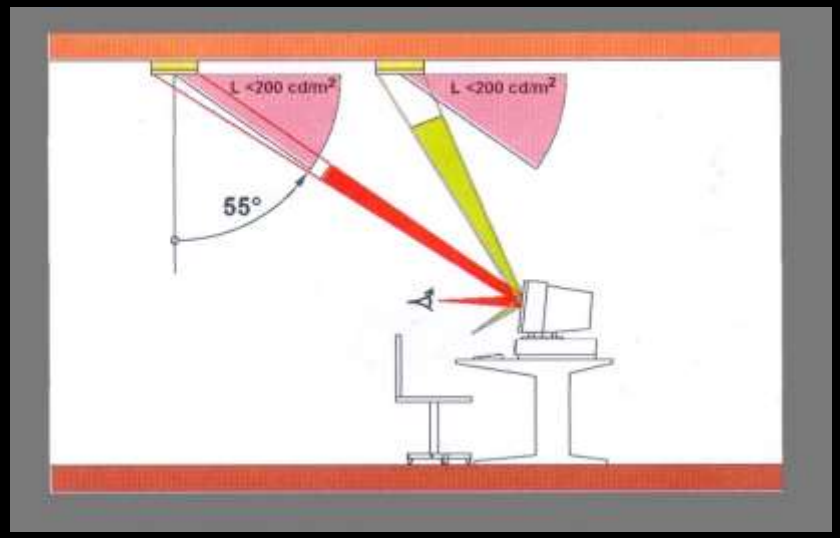
A "fátyol fénysűrűség" okozta látásromlás

A és B tárgy fénysűrűség különbségét tudjuk érzékelni. A' -t azonban nem érzékeljük, ha a kápráztató forrás miatt az adaptációs fénysűrűség megnövekszik. (A növekmény a fátyol fénysűrűség)

Káprázás

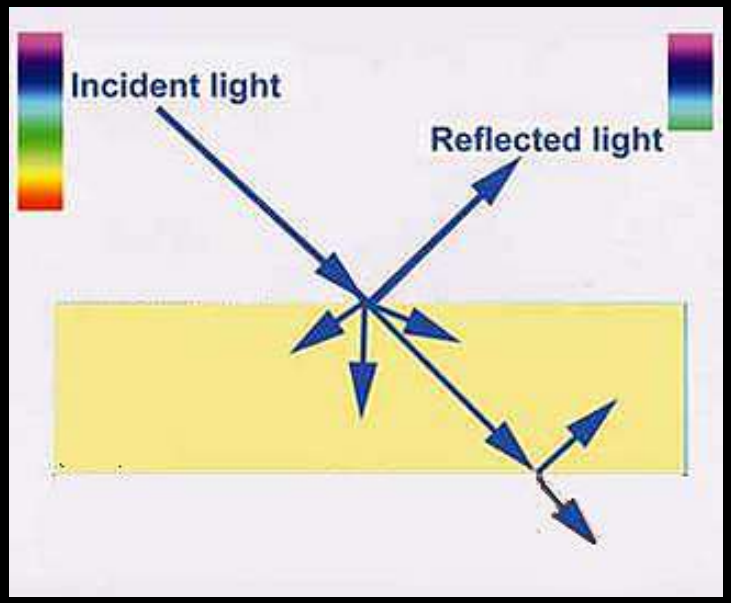
- Eredete szerint:
  - **közvetlen**
    - a nézési irányban levő önvilágító tárgy, fényforrás (pl. lámpa, Nap)
  - **közvetett**
    - nézési irányon kívül fekvő nagy fénysűrűségű felület tükörképe, mely a látótérben a kontrasztot számottevően rontja





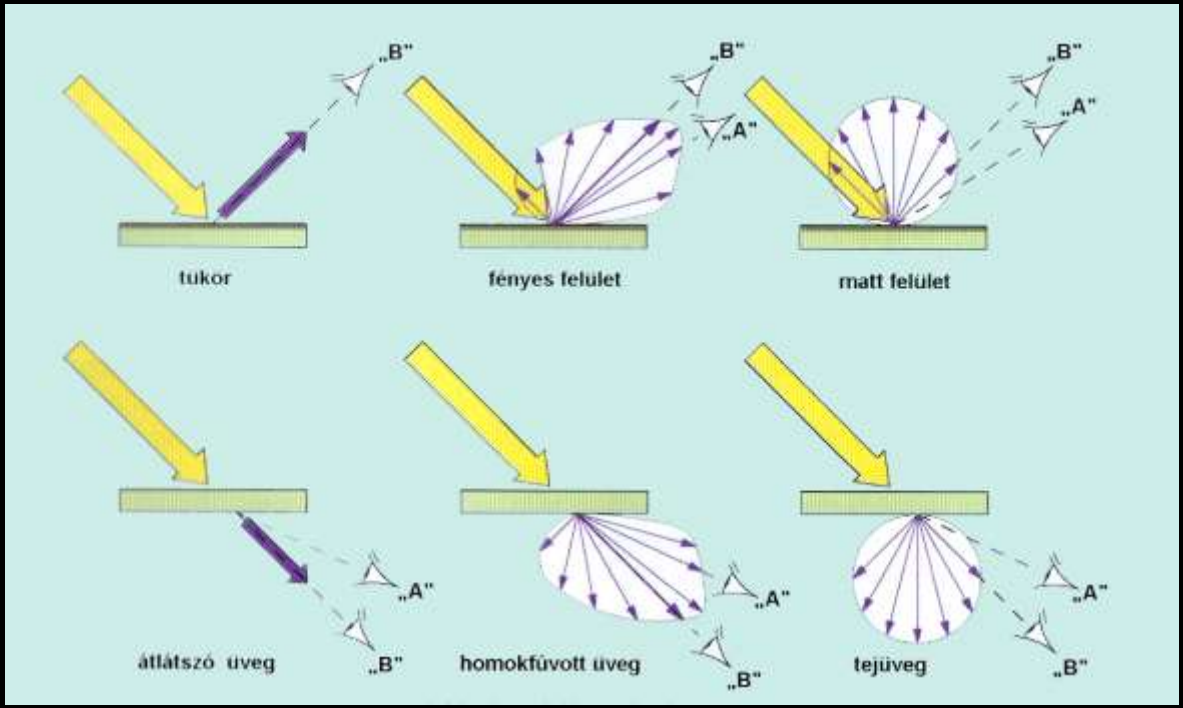
Anyagok

- **Optikai anyagjellemzők**
  - fény visszaverődik vagy elnyelődik vagy áthalad
  - **energiamegmaradás: $\Phi = \Phi\rho + \Phi\alpha + \Phi\tau$**
    - **ρ : reflexió**
    - **α : abszorpció**
    - **τ : transzmisszó**
  - függ:
    - hullámhosszúságtól (spektrális ~)
    - beesési szögtől
      - szórási indikatrix
      - totálreflexió (opt. törésmutatók)



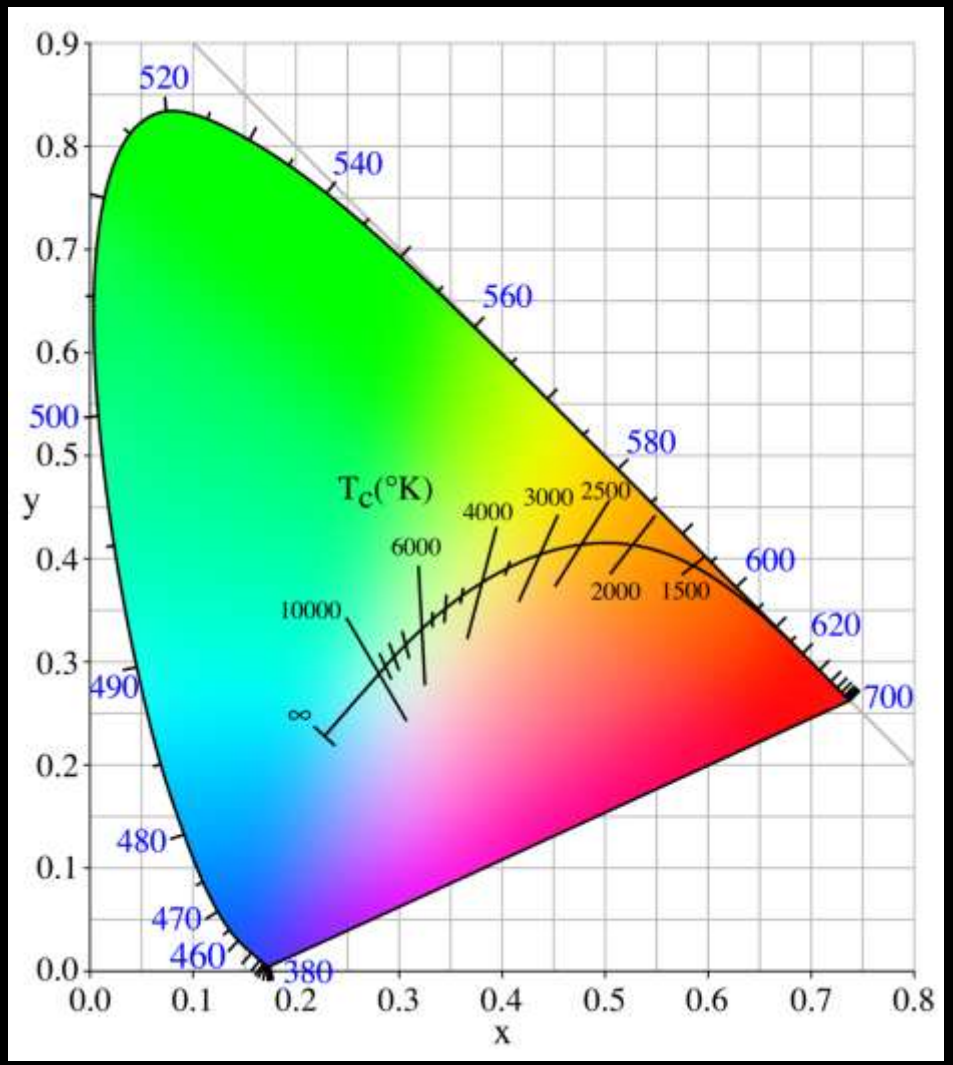
Felületek

- Visszaverődésnél vagy áteresztésnél a két anyag határfelülete (felület) a gyakorlatban nagyon eltérően viselkedhet:
  - irányított
  - irányítottan szórt
  - szórt
  - vegyes

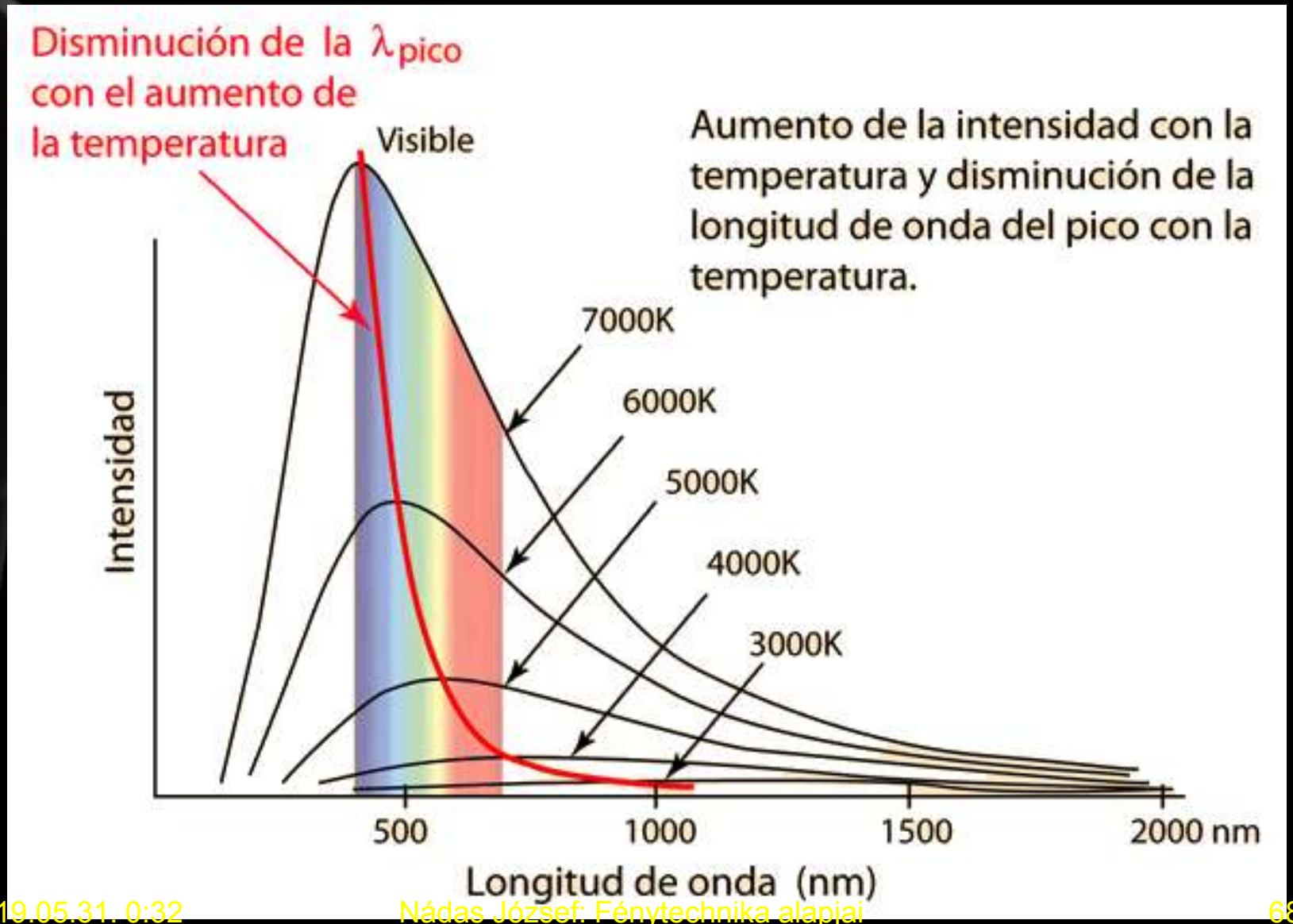


Színhőmérséklet

- **SZÍNHŐMÉRSÉKLET**
  - az abszolút fekete test izzási hőmérséklete
  - hőmérsékleti sugárzó fényének színe, mely megegyezik egy fekete test izzási hőmérséklettel
  - Planck-görbe!
- **Korrelált színhőmérséklet**
  - A fekete test azon valóságos abszolút hőmérséklete, amelynek a fekete test színe a legjobban hasonlít a kérdéses sugárzó színére.



Wien

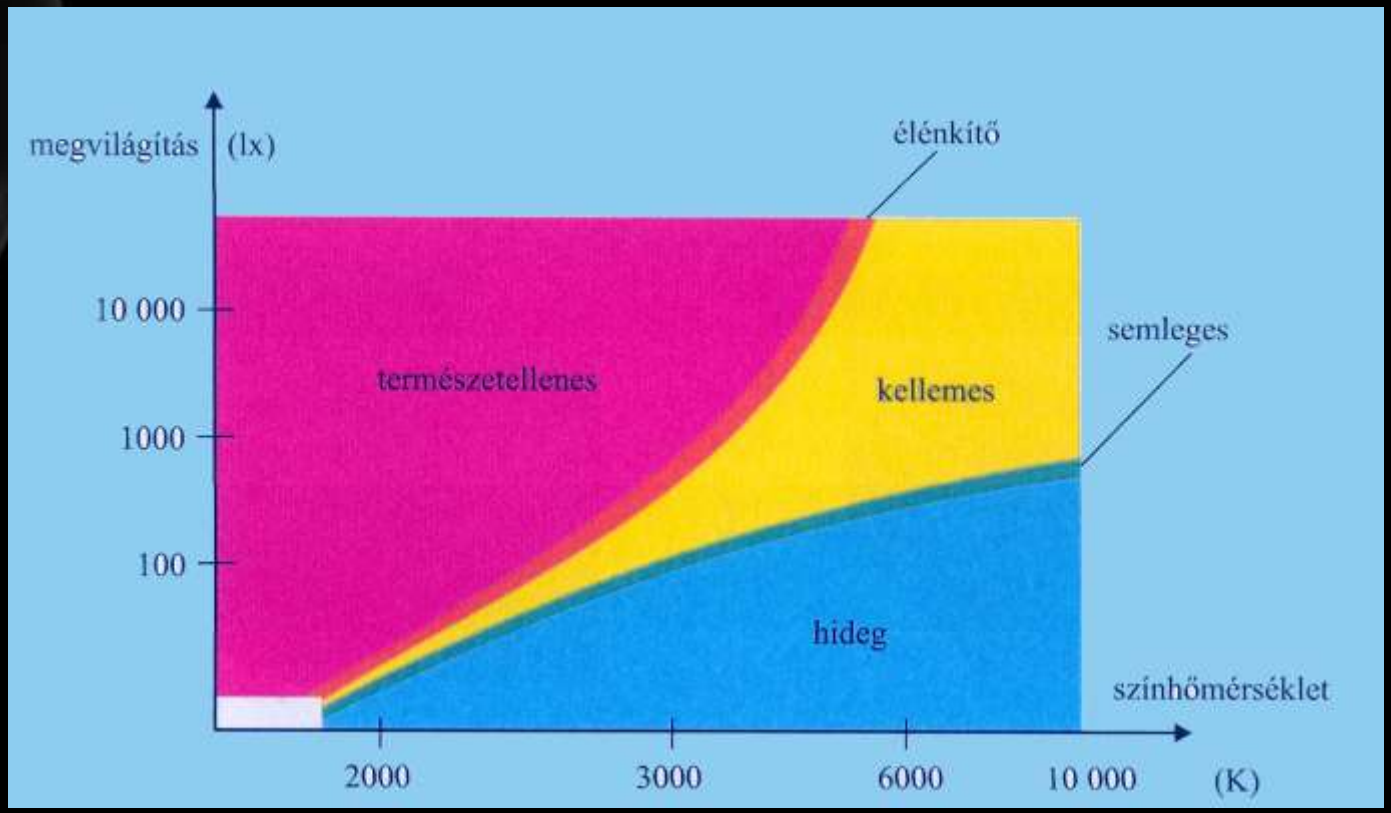

Disminución de la λpico
con el aumento de
la temperatura
Visible
Aumento de la intensidad con la temperatura y disminución de la longitud de onda del pico con la temperatura.
7000K
6000K
5000K
4000K
3000K
Intensidad
500
1000
1500
2000 nm
Longitud de onda (nm)

Színhőmérséklet

- A színhőmérsékleti csoportok jellemzően:
  - Meleg <3300K
  - Semleges 3300-5300K
  - Hideg >5300K

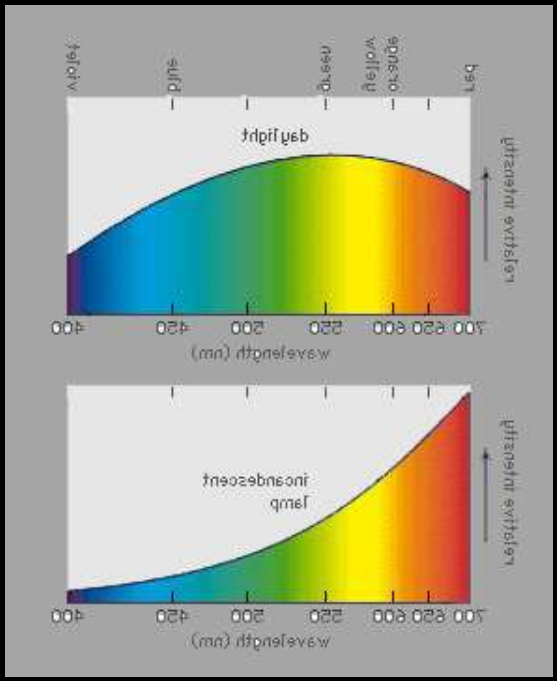
Színhőmérséklet

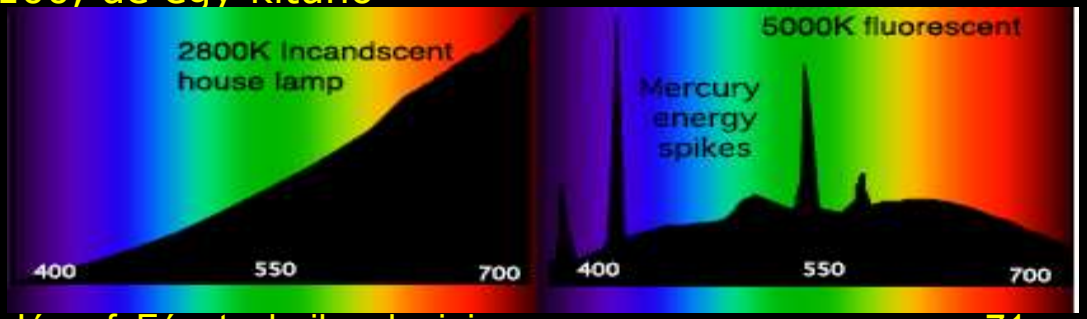
- Színhőmérséklet és megvilágítás kapcsolata - Kruithoff



Színvisszaadás

- Színvisszaadási index: R_a
  - értéke 1÷100 közötti
  - jelzi, hogy az adott fényforrással megvilágítva valamit, annak színe mennyire tér el a referenciától
  - a referencia a természetes fény vagy hőmérsékleti sugárzó
- Általános esetekben:
  - jó szinvisszadású a 80 feletti
  - kitűnő (plyan helyekre, ahol a színárnyalatok megkülönböztetése vagy azonossága különösen fontos) 90 feletti
- A színvisszaadás nem jellemzi a spektrális arányokat (kékben szegény izzólámpa=100, de egy kitűnő fénycső is csak 95-98)





Színvisszaadás

- SZÍNVISSZAADÁSI INDEX
  - A színvisszaadási index egy mérőszám arra, hogy a kérdéses, spektrális sugárzáseloszlásával jellemzett fényforrással megvilágítva, kiválasztott jellemző színminták (referencia színminták 1…8) színe milyen mértékben változik meg a referenciasugárzóval megvilágított színükhöz képest. A referenciasugárzó Planck sugárzó, ha a fényforrás korrelált színhőmérséklete kisebb, mint 5000K; és nappali fény, ha nagyobb mint 5000K. A 8 minta átlagából a színi áthangolódást is figyelembe véve számított Ra általános színvisszaadási index értéke 100, ha nincs színeltolódás és, minél nagyobbak a színkülönbségek, annál kisebb az index értéke. Az egyes színmintákra (pl. emberi bőr színe, levélzöld stb. külön-külön is értelmezhetők a speciális Ri színvisszaadási indexek.

Kategória	R_a	Színlátás	Példák
1 A	> 90	kiváló	Izzólámpák, többsávos fénycsövek
1 B	80…90		Fémhalogénlámpák ritkaföldfém adalékkal
2 A	70…80	jó	De luxe fénycsövek, fémhalogénlámpák
2 B	60…70		De luxe fénycsövek, fémhalogénlámpák
3	40…60	közepes	Higanylámpák
4	< 40	gyenge	Nagynyomású nátriumlámpák

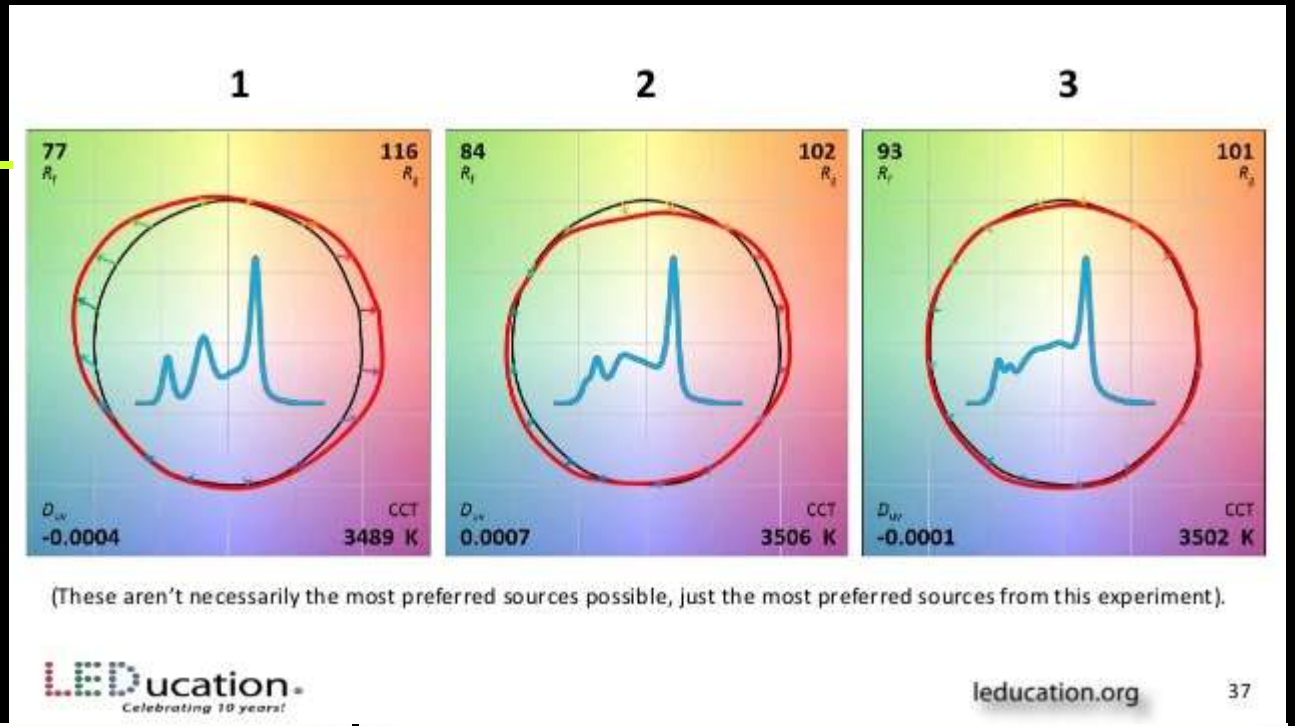
Színvisszaadás

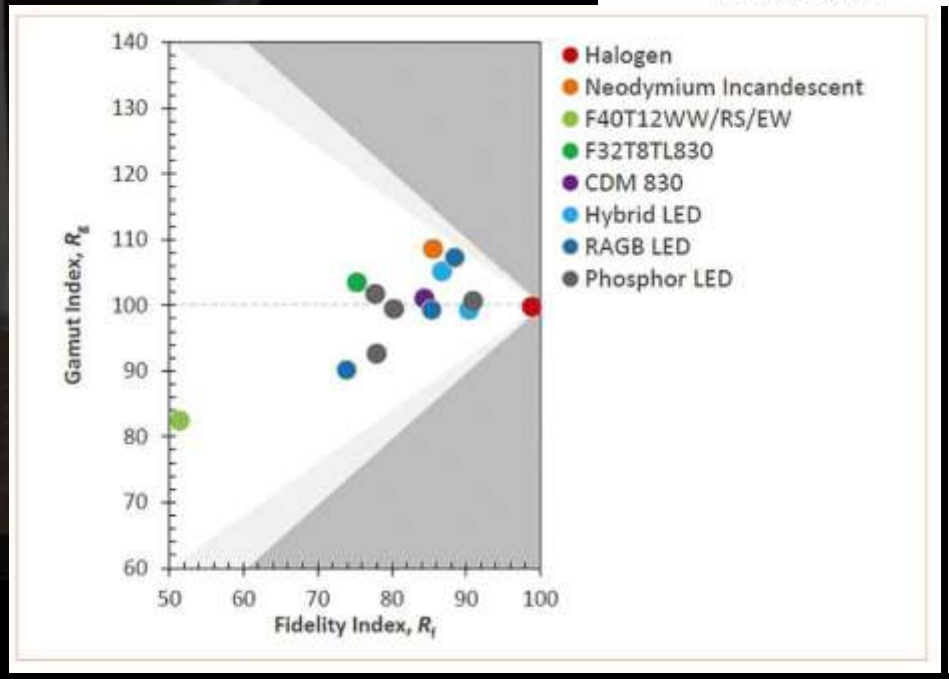
- **Színvisszaadási index: CRI**
  - **R_a értéke 0÷100 közötti**
  - az adott fényforrással megvilágítva valamit, annak színe mennyire tér el a referenciától
  - a referencia a természetes fény vagy hőmérsékleti sugárzó
- Általános esetekben:
  - **jó szinvisszadású a 80 feletti**
  - **kitűnő 90 feletti**
- A színvisszaadás nem jellemzi a spektrális arányokat (kékben szegény izzólámpa=100, de egy kitűnő LED is csak 95-98)

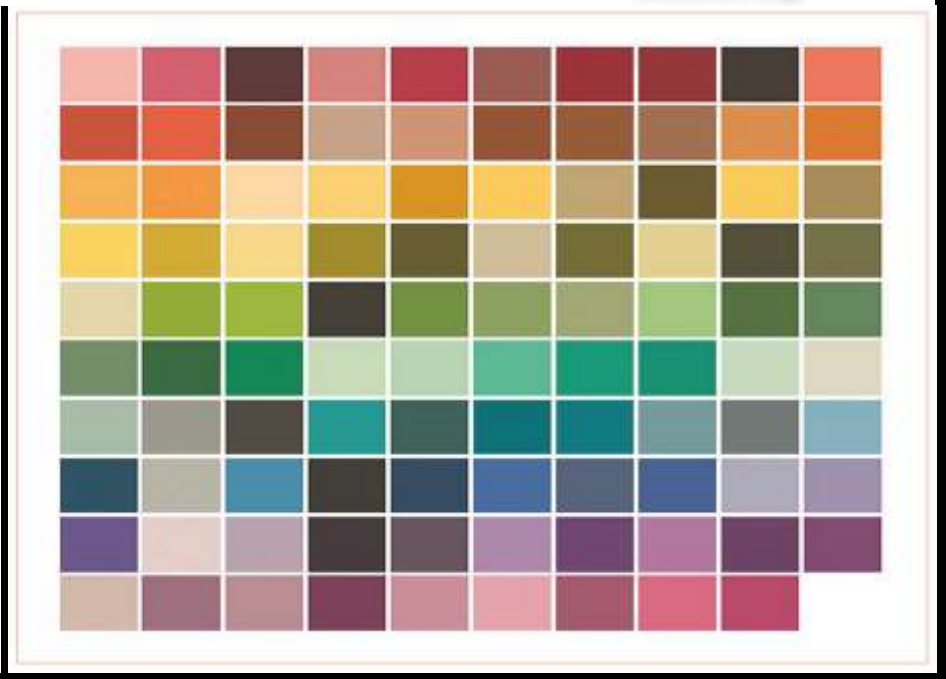
Appearance under daylight	Swatch
Light greyish red	
Dark greyish yellow	
Strong yellow green	
Moderate yellowish green	
Light bluish green	
Light blue	
Light violet	
Light reddish purple	
Strong red	
Strong yellow	
Strong green	
Strong blue	
Light yellowish pink	
Moderate olive green	

Színvissza-adás

Színvisszaadási index: TM-30-15

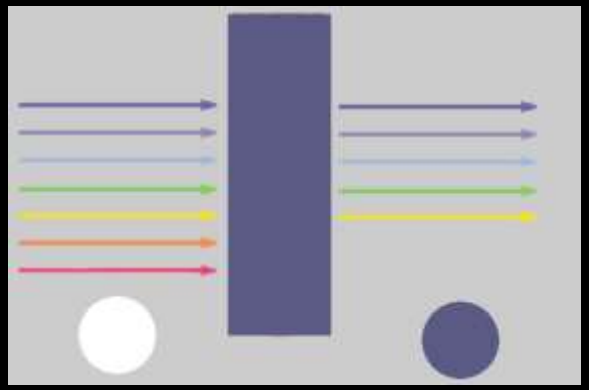


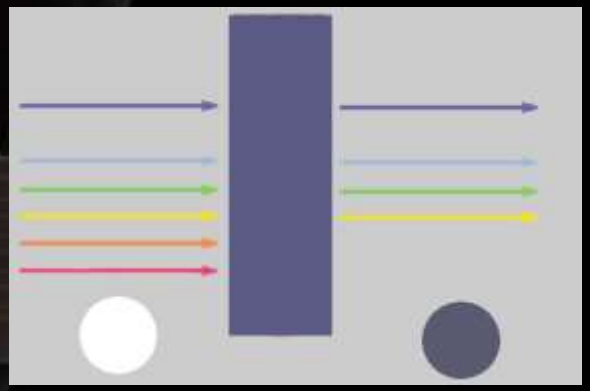


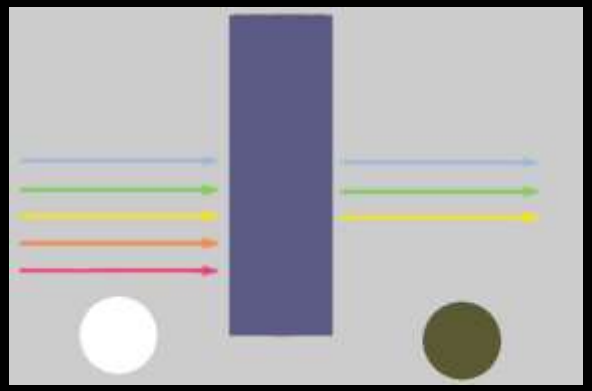


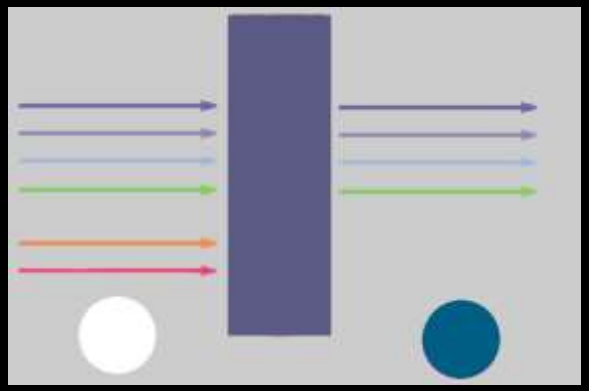
Színvisszaadás

- Felületszín
  - Olyan síninger, amely másodlagos sugárzóról indul ki. A felületszínek a visszaverő és áteresztő felületeken érzékelhető színeket foglalják magukban. Csak akkor láthatók, ha a visszaverő vagy áteresztő felületekre elsődleges fényforrás fénye esik. A felületek színét azok anyagi minőségétől és felületi kiképzésétől függő spektrális visszaverési tényezőjük (áteresztési tényezőjük) és a beeső sugárzás spektrális összetétele S(λ) együttesen határozza meg.









Színvisszaadás

Démokritosz ie. 460- 370

- „Csak látszólag van a dolgoknak színe...”

Irodalom

- Szerző: Majoros András
- Cím: Belsőtéri vizuális komfort
- Kiadó: Terc, 2004

- Szerző: Arató A., Dr. Borsányi J.,..
- Cím: Világítástechnika I, II
- Kiadó: BMF KVK, 2003

- Szerkesztő: Nagy János
- Cím: Világítástechnikai kislexikon
- Kiadó: Világítástechnikai Társaság 2001

- Szerző: Majoros András
- Cím: Belsőterek világítása
- Kiadó: Műszaki, 1998

Elérhetőség

Nádas József
Óbudai Egyetem
Kandó Villamosmérnöki Kar
Mikroelektronikai és Technológia Intézet
1084 Budapest, Tavaszmező u. 15. B. ép. 014.
nadas.jozsef@kvk.uni-obuda.hu
Tel.: +36 1 666 5073
Mobil: **+36 20 999 3355**

FĒNYMĒRĒS BT.
(**fenymeres@fenymeres.hu**)

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!